(Weiter-)Entwicklung und Evaluation der Lernumgebung „Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus“ zur dualen Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, der sozialen Integration, der Kooperationsfähigkeit und der Selbstständigkeit im inklusiven Physikunterricht der Orientierungsstufe: ein Design-Based Research-Projekt

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität zu Köln

vorgelegt von

Alexander Maximilian Küpper

aus Köln

Die vorliegende Dissertation wurde von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln unter dem Titel „(Weiter-)Entwicklung und Evaluation der Lernumgebung „Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus“ zur dualen Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, der sozialen Integration, der Kooperationsfähigkeit und der Selbstständigkeit im inklusiven Physikunterricht der Orientierungsstufe: ein Design-Based Research-Projekt“ angenommen.

Berichterstatter:	Prof. Dr. André Bresges
(Gutachter)	Prof. Dr. Thomas Hennemann
Tag der mündlichen Prüfung:	06.01.2021

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei denjenigen Personen bedanken, die mich im Laufe der letzten vier Jahre während des in dieser Arbeit beschriebenen Dissertationsprojekts begleitet haben:

Ein besonderer Dank gilt Herrn *Prof. Dr. Andreas Schulz*, der mich die ersten Jahre dieses Promotionsprojekts betreut hat. Insbesondere danke ich dir für eine Vielzahl an Diskussionen sowie Anregungen und für deine Begeisterung am inklusiven Physikunterricht, welche mich der Thematik nähergebracht hat.
Ein besonderer Dank gilt ebenso Herrn *Prof. Dr. André Bresges*, der die Betreuung dieses Promotionsprojekts von Herrn *Prof. Dr. Andreas Schulz* übernommen hat. Vielen Dank für deine stets konstruktive Kritik aus physikdidaktischer Sicht und die Begeisterung am Design-Thinking bzw. dem Design-Based Research-Ansatz, aufgrund derer ich noch tiefer in diese Thematik einsteigen konnte.
Neben Herrn *Prof. Dr. André Bresges* und *Prof. Dr. Andreas Schulz* bin ich insbesondere meinem Zweitbetreuer, *Herrn Prof. Dr. Thomas Hennemann*, für die immer wertschätzende Betreuung und vor allem die kritischen Diskussionen aus sonderpädagogischer Sicht dankbar. Ferner möchte ich mich bei dir herzlich dafür bedanken, dass du auch in schwierigen Zeiten während der letzten vier Jahre immer ein offenes Ohr für mich hattest.

Ohne die beteiligten Lehrkräfte, Schulleitungen und Fachdidaktischen Leitungen, sowie insbesondere die Schülerinnen und Schüler wäre dieses Projekt nicht möglich gewesen. Vielen Dank für ihr bzw. euer Interesse und die Mitwirkung an diesem Forschungsprojekt. Darüber hinaus möchte ich mich bei den Lehrkräften insbesondere für die kritischen Anmerkungen bedanken, welche zur Weiterentwicklung des Projekts in hohem Maße beigetragen haben.

Ferner möchte ich dem Kölner Graduiertenkolleg der MINT-Fachdidaktiken – vor allem dem wissenschaftlichen Leiter *Herrn Prof. Dr. Michael Meyer* – für die vielfältigen Veranstaltungsgebote und insbesondere die kritischen Diskussionen bei den Fortschrittsvorträgen, welche diesem Forschungsprojekt neue und vor allem interessante Richtungen gegeben haben, danken.

An dieser Stelle sollten auch meine Kolleginnen und Kollegen aus der Physikdidaktik, aber auch den am Projekt beteiligten Studierenden bedacht werden. Vielen Dank für die Unterstützung und Ermunterung. Es hat mir viel Spaß gemacht mit euch zusammenarbeiten zu können.
Ebenso gilt mein Dank meiner Familie und meinen Freunden, insbesondere für eure Nachsicht, wenn ich dissertationsbedingt einmal keine Zeit für euch hatte.

Widmen möchte ich diese Arbeit sowohl meinen Eltern, *Ingrid* und *Hans-Josef*, als auch meiner wundervollen Frau *Miriam*. Ihr habt mich stets moralisch unterstützt und, wo es möglich war, zuhause Arbeit abgenommen, sodass ich mich intensiver um die Dissertation kümmern konnte. Insbesondere wart ihr für mich eine moralische Unterstützung, gerade in den schwierigen Phasen der letzten vier Jahre.

Erftstadt, den 30.10.2020 Alexander Küpper

Zusammenfassung

Diverse Studien zeigen auf, dass Schülerinnen und Schüler mit externalisierenden, d.h. nach außen gerichteten, Gefühls- und Verhaltensstörungen eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss im inklusiven Unterricht haben, als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler. Diese Erkenntnis ist insofern problematisch, weil soziale Integration eine der Voraussetzungen einer gelingenden Inklusion ist und gleichzeitig einen Schutzfaktor zur Verringerung bzw. Vermeidung von externalisierenden Gefühls- und Verhaltensstörungen darstellt. Entsprechend hat ein inklusiver (Physik-)Unterricht die Aufgabe der expliziten Förderung der sozialen Integration. Gleichzeitig ist die Förderung der sozialen Integration eng mit der Förderung emotionaler bzw. sozialer Kompetenzen verknüpft, sodass ein inklusiver Unterricht insbesondere auch die explizite Weiterentwicklung sozial-emotionaler Kompetenzen erhält. In diesem Zusammenhang gilt es jedoch zu beachten eine derartige Förderung nicht losgelöst vom Regelunterricht zu realisieren, sondern sie präventiv in den regulären (Physik-)Unterricht der Schülerinnen und Schüler zu integrieren und gleichzeitig die in den Kernlehrplänen geforderten Kompetenzen nicht aus den Augen zu verlieren.

Diese Arbeit nimmt sich den beschriebenen Aufgaben an. Dazu wird im Sinne des Design-Based Research-Ansatzes die Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* für den inklusiven NW- bzw. Physikunterricht der Orientierungsstufe in insgesamt drei Mesozyklen (weiter-)entwickelt bzw. evaluiert. Dabei flossen unter anderem Forschungsergebnisse zur Kontextorientierung, zum Forschenden Lernen mit Scaffolding, zu digitalen Medien, zum Classroom-Management, zur Kontakttheorie und zum kooperativen Lernen in die (Weiter-)Entwicklung der Lernumgebung mit ein.

Der Fokus von Evaluation und Weiterentwicklung lag dabei auf der dualen Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, und – im Sinne des sozial-emotionalen Lernens – der sozialen Integration, der Kooperationsfähigkeit und der Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler (mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen). In diesem Sinne werden in Bezug auf die Weiterentwicklung des Designs insbesondere Problemanalysen durchgeführt, wobei die Ausgangslage für diese Analysen die mit den Lehrkräften geführten qualitativen Interviews und diverse Fragebögen sind. Darüber hinaus wurde in zwei Zwischenerhebungen zwischen dem ersten und zweiten Mesozyklus bzw. dem zweiten und dritten Mesozyklus der Fokus auf das Classroom-Management der Lehrkraft im inklusiven Physikunterricht und Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen gelegt.

Neben einem praktischen Output – der (Weiter-)Entwicklung einer konkreten Lernumgebung – zielt dieses Projekt im Sinne des Design-Based Research-Gedankens auf die (Weiter-)Entwicklung der Theorie, im Sinne der Formulierung lokaler Theorien, ab. Insbesondere konnte im Rahmen dieses Projekts gezeigt werden, dass sich die Lernumgebung grundsätzlich zur signifikanten Verbesserung der sozialen Integration von Schülerinnen und Schülern eignet. Gleichzeitig konnte ein signifikanter Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen erzielt werden. In der Literatur nicht genannte Präkonzepte der Lernenden konnten bestimmt werden und gleichzeitig zeigte sich eine hohe Diversität an vorliegenden Präkonzepten der Schülerinnen und Schüler im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht. Die Ergebnisse zur Förderung der Selbstständigkeit und Kooperationsfähigkeit sind wiederum über die einzelnen Mesozyklen hinweg nicht eindeutig. Insbesondere konnten die im zweiten Mesozyklus gemessenen Effekte, im dritten Mesozyklus nicht auf die Lernumgebung zurückgeführt werden. An dieser Stelle ist

daher weitere Forschung nötig. Darüber hinaus sollte in Folgestudien ferner auch der Einfluss der Lehrkraft stärker in den Blick genommen werden.

Schlüsselbegriffe: Inklusiver Physikunterricht, externalisierende Gefühls- und Verhaltensstörungen, Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, Soziale Integration, Kooperationsfähigkeit, Selbstständigkeit, Kontakttheorie, kooperatives Lernen, sozial-emotionales Lernen, duale Unterrichtsplanung, Design-Based Research.

Abstract

Various studies show that students with externalizing emotional and behavioral disorders have a higher probability of social exclusion in inclusive learning groups than their classmates. These findings are challenging because social participation is a criterion for successful inclusion and a protective factor for reducing emotional and behavioral disorders. Therefore, inclusive (physics) teaching has the mission of promoting social participation. At the same time social participation is linked to emotional and social skills. Consequently inclusive (physics) teaching also includes the support of social and emotional skills. In this context it is important to note that a support of social and emotional skills should not be implemented in isolation from regular physics classroom instruction. Rather, it should be integrated preventively into the regular physics lessons, without losing sight of the academic competencies named in the curricula.

This study deals with the problems, mentioned above. In the sense of the Design-Based Research approach, the learning environment *With the Light through our Solar System and beyond* for students in the grades 5 and 6 is developed and evaluated in inclusive science- and physics-lessons, including research results for example on contextual orientation, inquiry-based learning with scaffolding, digital media, classroom management, the contact theory and cooperative learning.

The focus of evaluation and further development lies on the dual promotion of academic skills, and - in the sense of social-emotional learning – the students' social participation, the ability to cooperate and the independence of the students (with the most noticeable externalizing behaviors). In this sense, regarding the further development of the design, especially problem analyses were carried out, whereby the starting point for these analyses were qualitative teacher-interviews and various student and teacher questionnaires. Furthermore, in two short-term studies between the first and second mesocycle and the second and third mesocycle, the focus was on the classroom management of science and physics teachers and students with learning disabilities.

Besides a practical output - the (further) development of the learning environment *With the Light through our Solar System and beyond* - this study intends the (further) development of theory. Therefore, local theories were formulated. In this context, the study was able to show that the learning environment *With the Light through our Solar System and beyond* is suitable for significantly improving the social participation of students. At the same time, a significant increase in academic skills could be achieved. Pre-concepts of the learners, which are not mentioned in the research literature, were determined. Thereby a high diversity of existing pre-concepts of the pupils in inclusive science and physics classes could be observed. The results for the promotion of independence and cooperation skills are not unambiguous across the three mesocycles. Especially the effects measured in the second mesocycle could not be attributed to the learning environment *With the Light through our Solar System and beyond* itself in the third mesocycle. Further research is necessary. In addition, teacher's influence should also be considered in follow-up studies.

Keywords: inclusive physics teaching, externalizing emotional and behavioral disorders, acadmic achievement, social participation, ability to cooperate, independence, contact theory, cooperative learning, social-emotional learning, dual lesson planning, design-based research.

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNG **2**

ZUSAMMENFASSUNG **3**

ABSTRACT **5**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS **9**

TABELLENVERZEICHNIS **14**

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS **20**

1 EINLEITUNG UND MOTIVATION **21**

2 INKLUSIONSVERSTÄNDNIS **25**

3 SOZIAL-EMOTIONALES LERNEN IM INKLUSIVEN UNTERRICHT **29**

3.1 SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER MIT GEFÜHLS- UND VERHALTENSSTÖRUNGEN 29

3.2 PRÄVALENZ UND PERSISTENZ VON GEFÜHLS- UND VERHALTENSSTÖRUNGEN 33

3.3 PRÄVENTIVER UNTERRICHT BEI LERNENDEN MIT GEFÜHLS- UND VERHALTENSSTÖRUNGEN 35

3.4 SOZIAL-EMOTIONALES LERNEN 38

3.4.1 Sozial-emotionales Lernen in der Schule *38*

3.4.2 Möglichkeiten der Unterrichtsplanung im inklusiven (Physik-) Unterricht *41*

3.5 BEGRÜNDUNG FÜR DIE FÖRDERUNG VON SOZIALER INTEGRATION, KOOPERATIONSFÄHIGKEIT UND SELBSTSTÄNDIGKEIT IN DIESEM FORSCHUNGSPROJEKT 49

3.5.1 Soziale Integration *49*

3.5.2 Kooperationsfähigkeit *51*

3.5.3 Selbstständiges Lernen *52*

4 (SONDER-)PÄDAGOGISCHE UND ALLGEMEINDIDAKTISCHE GRUNDLAGEN 53

4.1 CLASSROOM-MANAGEMENT 53

4.2 DAS TEAM-KLEINGRUPPEN-MODELL 59

4.3 DUALE UNTERRICHTSGESTALTUNG BZW. SEL DURCH KOOPERATIVES LERNEN REALISIEREN 61

4.4 MÖGLICHKEITEN ZUR FÖRDERUNG DER SOZIALEN INTEGRATION 69

4.4.1 Die Kontakttheorie *71*

4.4.2 Erweiterung der Kontakttheorie im SULKI-Modell (Huber, 2019) *75*

4.4.3 Verbesserung der sozialen Integration mit bzw. in kooperativen Lernumgebungen *77*

5 PHYSIKDIDAKTISCHE GRUNDLAGEN **82**

5.1 BILDUNGSAUFTRAG: KOMPETENZEN, INHALTSFELDER UND KOMPETENZERWARTUNGEN 82

5.2 HETEROGENITÄT IM PHYSIKUNTERRICHT DER ORIENTIERUNGSSTUFE 84

5.3 PRÄKONZEPTE DER SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER ZU INHALTEN DER ELEMENTAREN OPTIK 85

5.3.1 Sehvorgang *87*

5.3.2 Absorption und Streuung *88*

5.3.3 Farbe von Gegenständen *88*

5.3.4 Reflexion am ebenen Spiegel *89*

5.3.5 Schatten bei einer und zwei Lichtquellen *90*

5.3.6 Mondphasen *90*

5.3.7 Finsternisse *91*

5.4 AUFGABENSTELLUNGEN, DIFFERENZIERUNG UND SCAFFOLDING IM (INKLUSIVEN) PHYSIKUNTERRICHT 92

5.5 SPRACHSENSIBLER (PHYSIK-)UNTERRICHT 97

5.6 KONTEXTORIENTIERTER PHYSIKUNTERRICHT UND ASTRONOMISCHE KONTEXTE 102

5.7 EXPERIMENTIEREN IM (INKLUSIVEN) PHYSIKUNTERRICHT ... 104
5.7.1 Ziele von Experimenten im Physikunterricht ... 104
5.7.2 Forschendes Lernen (im inklusiven Unterricht) ... 106
5.7.3 Scaffolding beim Forschenden Lernen ... 112
5.7.4 Das Versuchsprotokoll zur Strukturierung des Forschungsprozesses ... 115
5.7.5 Experimentiermaterialien in inklusiven Lerngruppen ... 115
5.8 DIGITALE MEDIEN IM (PHYSIK-)UNTERRICHT ... 117
5.8.1 Aktuelle Zahlen zu Digitalen Medien im Unterricht ... 117
5.8.2 Die sinnvolle Integration von digitalen Medien im Unterricht – das SAMR Modell nach Puentedura ... 118
5.8.3 Digitale Medien im Unterricht – Möglichkeiten zur Anwendung und Forschungsstand ... 119
5.8.4 Multimediale Medien entwickeln – Hintergrundtheorien und Prinzipien ... 122

6 ZUSAMMENFASSUNG ... 126

7 DESIGN-BASED RESEARCH-ANSATZ ... 128
7.1 MOTIVATION FÜR DEN DESIGN-BASED RESEARCH-ANSATZ IM HINBLICK AUF DEN (INKLUSIVEN) PHYSIKUNTERRICHT ... 128
7.2 DEFINITION VON BZW. ABLAUF BEIM DESIGN-BASED RESEARCH ... 129
7.2.1 Framing ... 130
7.2.2 Design-Experiment ... 131
7.2.3 Re-Framing ... 134
7.2.4 Vergleich mit anderen forschungsmethodologischen Ansätzen und Probleme des Design-Based Research-Ansatzes ... 136

8 FRAMING-PHASE ... 138
8.1 PROBLEME IN DER PRAXIS IDENTIFIZIEREN ... 138
8.2 LITERATURRECHERCHE ... 138
8.3 ÜBERGEORDNETE FORSCHUNGSFRAGEN UND ZIELE ... 138

9 DAS DESIGN-EXPERIMENT ... 140
9.1 MESOZYKLUS 1 ... 141
9.1.1 Synthese und Vorbereitung ... 141
9.1.2 Design ... 143
9.1.3 Implementation ... 159
9.1.4 Datenanalyse ... 177
9.1.5 Deutung der Ergebnisse und Reflexion ... 192
9.2 ZUSATZERHEBUNG ZU REGELN, ROUTINEN UND KONSEQUENZEN IM NW- BZW. PHYSIKUNTERRICHT ... 199
9.2.1 Fragestellung der Zusatzerhebung ... 199
9.2.2 Methode ... 200
9.2.3 Ergebnisse ... 202
9.2.4 Diskussion und Folgerungen für das Re-Design im 2. Mesozyklus ... 206
9.3 MESOZYKLUS 2 ... 209
9.3.1 Synthese und Vorbereitung ... 209
9.3.2 Re-Design ... 214
9.3.3 Implementation ... 220
9.3.4 Datenanalyse ... 228
9.3.5 Deutung der Ergebnisse und Reflexion ... 271
9.4 ZUSATZERHEBUNG ZUR UNTERSTÜTZUNG VON SCHÜLERINNEN UND SCHÜLERN MIT DIAGNOSTIZIERTEN LERNSTÖRUNGEN ... 284
9.4.1 Fragestellung der Zusatzerhebung ... 284
9.4.2 Methode ... 285
9.4.3 Ergebnisse ... 285
9.4.4 Diskussion und Folgerungen für das Re-Design im 3. Mesozyklus ... 286
9.5 MESOZYKLUS 3 ... 287

9.5.1 Synthese und Vorbereitung 287
9.5.2 2. Re-Design 290
9.5.3 Implementation 295
9.5.4 Datenanalyse & Reflexion 300
9.5.5 Deutung der Ergebnisse und Reflexion 324

10 RE-FRAMING 332
10.1 ANMERKUNGEN ZUM PRAKTISCHEN OUTPUT DES FORSCHUNGSPROJEKTS 332
10.2 ENTWICKLUNG EINER PRAXISTAUGLICHEN INNOVATION: „WHAT WORKS?“ 334
10.2.1 Bildungsauftrag 334
10.2.2 Entwicklungsauftrag 336
10.3 FORMULIERUNG LOKALER THEORIEN „HOW, WHEN AND WHY DOES IT (NOT) WORK?“ 339
10.3.1 Bildungsauftrag 340
10.3.2 Entwicklungsauftrag 342
10.3.3 Vernetzung von Bildungs- und Entwicklungsauftrag 345
10.4 METHODENKRITIK 348
10.4.1 Forschungsmethodisches Vorgehen 348
10.4.2 Stichprobe, Erhebung(sinstrumente) und Auswertung 350
10.5 FAZIT UND AUSBLICK 353

11 LITERATUR 356

ANHANG: ÜBERSICHT 386

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bezüge zwischen den drei Teilaspekten von Inklusion. 27
Abbildung 2: Allgemeine Darstellung einer Differenzierungsmatrix nach Sasse und Schulzeck (2013). 44
Abbildung 3: Grundschema eines inklusionsdidaktischen Netzes nach Kahlert und Heimlich (2012). 45
Abbildung 4: Die Verknüpfung von Bildungs- und Entwicklungsauftrag im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung (entnommen aus Küpper et al., 2019a). 47
Abbildung 5: Identifikation von (gemeinsamen) Entwicklungsaspekten im inklusiven Unterricht in Anlehnung an Flott-Tönjes et al. (2017). 47
Abbildung 6: Einfluss von den sozial-emotionalen Kompetenzen der Lehrkraft auf Classroom-Management und den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler (übersetzt, nach Jennings & Greenberg (2009)). 58
Abbildung 7: Prozess zur Entwicklung der Kompetenzerwartungen in Anlehnung an MSB (2013, S. 17) – angepasst auf die im Forschungsvorhaben untersuchten Kompetenzerwartungen. 83
Abbildung 8: Modell nach Wember (2013) zur Heterogenität in inklusiven Lerngruppen. 93
Abbildung 9: Addition der kognitiven Belastungen nach Maresch (2006). 96
Abbildung 10: Multimedia-Learning nach Mayer (2009) (nach Schanze & Girwidz, 2018). 123
Abbildung 11: Quadranten-Modell von Stokes (1997) (links) angewandt auf die fachdidaktische Forschung in Anlehnung an Kohnen (2012) (rechts) – eigene Darstellung. 128
Abbildung 12: Schematische Darstellung eines DBR-Forschungsprojekts in Anlehnung an Fraefel (2014), Rott und Marohn (2016), Britz (2018), Rott (2018) bzw. Kolbeck (2019). 132
Abbildung 13: Allgemeine Darstellung des durchgeführten Design-Experiments in Anlehnung an Fraefel (2014). 140
Abbildung 14: Beispielseite Reflexion 1. 146
Abbildung 15: Beispielseite Reflexion 2. 146
Abbildung 16: Beispielseite Reflexion 3. 146
Abbildung 17: Beispielseite Reflexion 4. 146
Abbildung 18: Exemplarische Hilfekarte im Ringbuch. 149
Abbildung 19: Exemplarische Antwortkarte (oben) im Ringbuch. 149
Abbildung 20: Exemplarische Hilfekarte im iBook. 150
Abbildung 21: Exemplarische Antwortkarte im iBook. 150
Abbildung 22: 1 Stern Version der Aufgabe. 150
Abbildung 23: 2 Sterne Version der Aufgabe. 150
Abbildung 24: 3 Sterne Version der Aufgabe. 150
Abbildung 25: Oberes Fach des Experimentierkoffers aus Küpper et al. (im Druck). 151
Abbildung 26: Unteres Fach des Experimentierkoffers aus Küpper et al. (im Druck). 151
Abbildung 27: Lichtbündel kann man im Allgemeinen nicht sehen. 153
Abbildung 28: Mit Wassertröpfchen im Strahlengang wird das Lichtbündel sichtbar 153
Abbildung 29: Nur der beleuchtete Teil der Kugel ist sichtbar. 154
Abbildung 30: Zwei auseinanderlaufende Schatten bei einer Lichtquelle. 155
Abbildung 31: Zwei zusammenlaufende Schatten bei einer Lichtquelle – aber: insgesamt sieht man mehr als zwei Schatten. 155

Abbildung 32: Reflexion von Licht am ebenen Spiegel 155
Abbildung 33: Experiment zum Entstehen von Tag und Nacht auf der Erde. 156
Abbildung 34: Simulation einer Sonnenfinsternis im Experiment. 157
Abbildung 35: Simulation einer Mondfinsternis im Experiment. 157
Abbildung 36: Gekippte Mondbahn – die Inklination im Modell ist um einiges höher als in der Realität. 157
Abbildung 37: Streuung – die eine Seite ist heller als die andere Seite. 158
Abbildung 38: Absorption – die eine Seite ist dunkler als die andere Seite. 158
Abbildung 39: Vorgehensweise bei der qualitativen Inhaltsanalyse mit induktiver Bildung der Unterkategorien in Anlehnung an Kuckartz (2018).....174
Abbildung 40: Ablehnungen im Pre- und Post-Test die Wahl des Experimentierpartners. 183
Abbildung 41: Ablehnungen im Pre- und Post-Test die Wahl des Sitznachbarns. 183
Abbildung 42: Nicht-Nominierungen im Pre- und Post-Test die Wahl des Experimentierpartners. 183
Abbildung 43: Nicht-Nominierungen im Pre- und Post-Test die Wahl des Sitznachbarns. 183
Abbildung 44: Wahlen im Pre- und Post-Test die Wahl des Experimentierpartners. 183
Abbildung 45: Wahlen im Pre- und Post-Test die Wahl des Sitznachbarns.....183
Abbildung 46: Platz für gewonnene Sterne auf der Rückseite des Arbeitshefts. 215
Abbildung 47: Beispielseite Reflexion 1. 218
Abbildung 48: Beispielseite Reflexion 2. 218
Abbildung 49: Beispielseite Reflexion 3. 218
Abbildung 50: Beispielseite Reflexion 4. 218
Abbildung 51: Veränderungen in der Gesamtpunktzahl vom Pre- zum Post-Test für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 2. Mesozyklus. 243
Abbildung 52: Kooperation im Pre- und Post-Test. 250
Abbildung 53: Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft im Pre- und Post-Test. 250
Abbildung 54: Sozialkontakt im Pre- und Post-Test. 250
Abbildung 55: Ausdauer im Pre- und Post-Test. 250
Abbildung 56: Konzentration im Pre- und Post-Test. 251
Abbildung 57: Selbstständigkeit im Pre- und Post-Test. 251
Abbildung 58: Histogramm zur Skala SI bei den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (Pre-Test). 258
Abbildung 59: Histogramm zur Skala SI für die übrigen Schülerinnen und Schüler (Pre-Test). 258
Abbildung 60: Veränderungen in den Wahlen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung aller Lernenden. 259
Abbildung 61: Veränderungen in den Wahlen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung aller Lernenden. 259
Abbildung 62: Veränderungen in den Wahlen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen. 260
Abbildung 63: Veränderungen in den Ablehnungen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen. 260
Abbildung 64: Veränderungen in den Wahlen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung der übrigen Lernenden. 260

Abbildung 65: Veränderungen in den Ablehnungen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung der übrigen Lernenden. 260
Abbildung 66: Aufgabe zum Vergleich zwischen Reflexion und Streuung. 291
Abbildung 67: Aufgabe zur Fokussierung auf die Eigenschaften des Gegenstands bei der Schattenentstehung. 291
Abbildung 68: Schema zur antizipierten Vorstellungsentwicklung bei Sonnen- und Mondfinsternis. Eine Vielzahl an Lernenden überträgt die Vorstellung zur Sonnenfinsternis (Mond schiebt sich vor die Sonne) direkt auf die Mondfinsternis, anstatt den korrekten ‚Umweg' über die unteren beiden Vorstellunge zu wählen. .292
Abbildung 69: Aufgabe zur Position von Sonne, Erde und Mond. 293
Abbildung 70: Grundschema des digitalen Hilfesystems im 3. Mesozyklus. 295
Abbildung 71: Grafische Darstellung des Quasi-experimentellen Designs im 3. Mesozyklus. 299
Abbildung 72: Vorgehen bei der Videoanalyse entnommen aus Hörnchen und Barth (2019) in Anlehnung an Bos und Tranai (1999). 301
Abbildung 73: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Reflexion' (Item 1). 304
Abbildung 74: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für die Fachbegriffe ‚Reflexion, Absorption und Streuung' (Item 4). 304
Abbildung 75: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Licht trifft auf weiße Flächen' (Item 6). 305
Abbildung 76: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Schattenentstehung' (Item 3). 305
Abbildung 77: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Sonnenfinsternis' (Item 5). 305
Abbildung 78: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Mondfinsternis' (Item 9). 305
Abbildung 79: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Entstehung der Mondphasen' (Item 7). 305
Abbildung 80: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Entstehung eines Halbmondes (Zeichnung)' (Item 10). 305
Abbildung 81: Veränderungen in der Gesamtpunktzahl vom Pre- zum Post-Test für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 3. Mesozyklus. 306
Abbildung 82: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 308
Abbildung 83: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 308
Abbildung 84: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 308
Abbildung 85: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 308
Abbildung 86: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe' 308
Abbildung 87: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 308

Abbildung 88: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 309
Abbildung 89: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 309
Abbildung 90: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 310
Abbildung 91: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 310
Abbildung 92: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. ...311
Abbildung 93: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 311
Abbildung 94: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 312
Abbildung 95: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 312
Abbildung 96: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 313
Abbildung 97: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 313
Abbildung 98: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.....313
Abbildung 99: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'. 313
Abbildung 100: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 314
Abbildung 101: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 314
Abbildung 102: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 314
Abbildung 103: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 314
Abbildung 104: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. ...314
Abbildung 105: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'. 314
Abbildung 106: Mittelwertveränderungen für die Skala SI in der Experimental- und Kontrollgruppe für alle Lernenden. 317
Abbildung 107: Mittelwertveränderungen für die Skala KK in der Experimental- und Kontrollgruppe für alle Lernenden 317
Abbildung 108: Mittelwertveränderungen für die Skala SI in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit den ausgeprägtesten extern. Verhaltensweisen. 317

Abbildung 109: Mittelwertveränderungen für die Skala KK in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit den ausgeprägtesten extern. Verhaltensweisen. 317
Abbildung 110: Mittelwertveränderungen für die Skala SI in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Schülerinnen und Schüler. 317
Abbildung 111: Mittelwertveränderungen für die Skala KK in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Schülerinnen und Schüler. 317
Abbildung 112: Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer im Pre-Post-Vergleich für die Experimental und Kontrollgruppe. 319
Abbildung 113: Konzentration im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe. 319
Abbildung 114: Selbstständigkeit im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe. 319
Abbildung 115: Kooperation im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe. 319
Abbildung 116: Einfühlungsvermögen- und Hilfsbereitschaft im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe. 320
Abbildung 117: Sozialkontakt im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe. 320
Abbildung 118: Wirkungsweise der Lernumgebung. Physikdidaktische Aspekte und ihre Wirkung auf den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen. 341
Abbildung 119: Wirkungsweise der Lernumgebung. Allgemeindidaktische Aspekte und ihre Wirkung auf die Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit. 343
Abbildung 120: Wirkungsweise der Lernumgebung. Allgemeindidaktische Aspekte und ihre Wirkung auf die soziale Integration. 345
Abbildung 121: Wirkungsweise der Lernumgebung. Physik- und allgemeindidaktische Aspekte und ihre gegenseitige Wirkung auf die soziale Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit, sowie den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen. 346

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Externalisierende, schulbezogene Verhaltensweisen aus der Kurzversion der ITRF (Casale et al., 2019). 30
Tabelle 2: Exemplarische Vulnerabilitätsfaktoren und Risikofaktoren aus Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse (2015, S. 22-23). 32
Tabelle 3: Kurzform der Kriterien des UDL. Formulierungen übernommen aus Schlüter et al. (2016). 42
Tabelle 4: UDL-Prinzipien bei Türck et al. (2018) (Tabelle entnommen). 43
Tabelle 5: Kriterien effektiven Classroom-Managements zitiert nach Leidig und Pössinger (2018). 54
Tabelle 6: Kriterien für einen qualitativ hochwertigen Kontakt nach Allport (1971), Huber (2019) und Cloerkes (1997). 74
Tabelle 7: Zusammenhänge zwischen dem SULKI-Modell (Huber, 2019) und den Kriterien des kooperativen Lernens (Johnson et al., 2005). 79
Tabelle 8: Gemeinsame Kriterien der drei Regelwerke Leichter Sprache (linke und mittlere Spalte – Formulierungen übernommen aus Bredel und Maaß, 2016) verglichen mit den Kriterien für verständliche Texte nach Leisen (2007). 100
Tabelle 9: Schema zum Design einer kontextorientierten Unterrichtseinheit (nach Muckenfuß, 1995, S. 270) 103
Tabelle 10: Verschiedene Ausprägungen von Experimenten nach Girwidz (2015a). 105
Tabelle 11: Modell zum Forschenden Lernen nach Bonnstetter (1998) 108
Tabelle 12: Modell zum Forschenden Lernen nach Blanchard et al. (2010). 108
Tabelle 13: Möglichkeiten zur Unterstützung der Lernenden auf Basis von gestuften Lernhilfen. 114
Tabelle 14: Kriterien für Experimentier-Materialien (Tabelle entnommen aus Küpper et al., im Druck; letztes Kriterium ergänzt). 116
Tabelle 15: Annahmen der Cognitive Theory of Multimedia Learning (aus Mayer, 2014 – eigene Übersetzung der Beschreibungen). 122
Tabelle 16: Kriterien zur Entwicklung multimedialer Lernmaterialien nach Mayer (2014). 124
Tabelle 17: Zusammenfassung der theoretischen Aspekte im Hinblick auf die gemeinsame Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, Soziale Integration Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit. 126
Tabelle 18: Charakteristische Merkmale von DBR, Formulierungen entnommen aus Kolbeck (2019, S. 56). 130
Tabelle 19: Praktischer Output im Forschungsvorhaben. 138
Tabelle 20: Theoretischer Output und übergeordnete Forschungsfragen. 139
Tabelle 21: Übersichtliche Darstellung der Fragestellungen für den 1. Mesozyklus. 142
Tabelle 22: Hypothesen zu den quantitativen Forschungsfragen. 143
Tabelle 23: Zusammenfassung der im 1. Mesozyklus berücksichtigten theoretischen Aspekte im Hinblick auf die gemeinsame Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit. 144
Tabelle 24: Rahmenkonzept der Lernumgebung „Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus“ nach einer Grundstruktur von Muckenfuß (1995); entnommen aus Küpper et al. (2018b). 147
Tabelle 25: Erfüllung Kriterien der Experimentiermaterialien nach Küpper et al. (im Druck), ergänzt. 152

Tabelle 26: Anmerkungen zur Erfüllung der Kontaktbedingungen in der Lernumgebung. 158
Tabelle 27: Übersichtliche Erkenntnisse (nach dem Review von Volpe et al. (2017) zu den verschiedenen Verhaltensscreenings). 162
Tabelle 28: Cronbach's Alpha für einzelne Skalen der LSL (Petermann & Petermann, 2003) – Werte entnommen aus Sparfeldt et al. (2012). 163
Tabelle 29: Teilaspekte und Erhebungsinstrumente zur sozialen Integration nach Koster (2009a, 2009b). 165
Tabelle 30: Interviewleitfaden für den 1. Mesozyklus. 168
Tabelle 31: Mittelwerte der ITRF-Summenscores für die verschiedenen Lerngruppen im 1. Mesozyklus. 177
Tabelle 32: Mittelwerte der T-Werte im Pre- und Post-Test für die Skalen KP, E+H, SK, A+A, KO, S im 1. Mesozyklus. 178
Tabelle 33: Einzelne Items aus der LSL (Petermann & Petermann, 2013), welche die größte Relevanz im Hinblick auf das Forschungsprojekt aufweisen, im 1. Mesozyklus. 179
Tabelle 34: Ergebnisse der soziometrischen Erhebung im Pre-Test für die Schülerinnen und Schüler mit stark ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%; Gruppe 1) und die übrigen Lernenden (80%; Gruppe 0). 180
Tabelle 35: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Sitzplatz für alle Schülerinnen und Schüler. 181
Tabelle 36: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Experimentierpartner. 181
Tabelle 37: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Sitzplatz für die Schülerinnen und Schüler mit stärker ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%). 181
Tabelle 38: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Experimentierpartner für die Schülerinnen und Schüler mit stärker ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%). 181
Tabelle 39: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Sitzplatz für die Schülerinnen und Schüler mit weniger stark ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (80%) inklusive der Ergebnisse des Wilcoxon-Tests. 182
Tabelle 40: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Experimentierpartner für die Schülerinnen und Schüler mit weniger stark ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (80%) inklusive der Ergebnisse des Wilcoxon-Tests. 182
Tabelle 41: Berechne Korrelationen in der Multitrait-Multimethod-Matrix. 184
Tabelle 42: Übersicht über die Oberkategorien zum Arbeitsverhalten im 1. Mesozyklus. 185
Tabelle 43: Anzahl der Codierungen der einzelnen Unterkategorien zum Arbeitsverhalten im 1. Mesozyklus. 185
Tabelle 44: Übersicht über die Oberkategorien aus Küpper et al. (2020b) im 1. Mesozyklus. 188
Tabelle 45: Anzahl der Codierungen der induktiv entwickelten Unterkategorien im 1. Mesozyklus aus Küpper et al. (2020b). 188
Tabelle 46: Übersicht über die Oberkategorien zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft im 1. Mesozyklus. 190
Tabelle 47: Anzahl der Codierungen der induktiv entwickelten Unterkategorien. 190

Tabelle 48: Rückbezug auf die Hypothesen ausgehend von den Erkenntnissen des 1. Mesozyklus. 199
Tabelle 49: Übersicht über die Fragestellung im Online-Fragebogen zu Regeln, Routinen und Konsequenzen. 201
Tabelle 50: Übersicht über die Oberkategorien der Zusatzerhebung zu Regeln, Routinen und Konsequenzen. 202
Tabelle 51: Regeln beim Experimentieren im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht. .203
Tabelle 52: Regeln in den Übungs- und Anwendungsphasen im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht. 204
Tabelle 53: Experimentierroutinen – sortiert nach dem Grundschema von Pawlak und Groß (2020). 205
Tabelle 54: Anzahl der Codierungen der Unterkategorien zu negativen und positiven Konsequenzen. 206
Tabelle 55: Aus den Kategorien entwickeltes Regelwerk für den 2. Mesozyklus. 207
Tabelle 56: Forschungsfragen für den 2. Mesozyklus. 210
Tabelle 57: Hypothesen zu den quantitativen Forschungsfragen für den 2. Mesozyklus. 213
Tabelle 58: Zusammenfassung der theoretischen Aspekte im Hinblick auf die gemeinsame Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, sozialer Integration Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit für den 2. Mesozyklus. ..214
Tabelle 59: Anmerkungen zur Erfüllung der Kontaktbedingungen in der Lernumgebung. 220
Tabelle 60: Items aus dem Concept Inventories im offenen Antwortformat. 226
Tabelle 61: Interviewleitfaden für den 2. Mesozyklus. 227
Tabelle 62: Codierung zur quantitativen Auswertung der Schülerantworten. 230
Tabelle 63: Zuordnung der Items zu den Teilkompetenzen von Kompetenz 1. 233
Tabelle 64: Zuordnung der Items zu den Teilkompetenzen von Kompetenz 2. 233
Tabelle 65: Anzahl der Codierungen für die Reflexion am ebenen Spiegel (N=177). 234
Tabelle 66: Anzahl der Codierungen für die Streuung an der weißen Fläche (N=177). .235
Tabelle 67: Anzahl der Codierungen für die Frage nach der Sichtbarkeit eines dunklen Schulranzens (N=177). 235
Tabelle 68: Anzahl der Codierungen zur Frage, warum eine schwarze Fläche schwarz ist (N=177). 236
Tabelle 69: Anzahl der Codierungen für den Sehvorgang (N=177). 236
Tabelle 70: Anzahl der Codierungen zu den Vorstellungen der Schattenentstehung (N=177). 238
Tabelle 71: Anzahl der Codierungen für die Entstehung des Schattenbildes bei zwei Lichtquellen (N=177). 238
Tabelle 72: Anzahl der Codierungen bei der Sonnenfinsternis (N=177). 239
Tabelle 73: Anzahl der Codierungen für die Mondfinsternis (N=177). 240
Tabelle 74: Anzahl der Codierungen der Vorstellungen zu den Mondphasen – ermittelt aus den Zeichnungen (N=177). 240
Tabelle 75: Anzahl der Codierungen der Vorstellungen zu den Mondphasen – ermittelt aus den schriftlichen Antworten (N=177). 241
Tabelle 76: Ergebnisse im Pre- und Post-Test des Concept Inventories im 2. Mesozyklus. 241
Tabelle 77: Mittelwerte der einzelnen Items im Pre- und Post-Test im 2. Mesozyklus. .242
Tabelle 78: Ergebnisse des Leistungstests differenziert nach den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden. 243

Tabelle 79: Anzahl der Codierungen zur Reflexion am ebenen Spiegel im Pre- und Post-Test (N=172). 244
Tabelle 80: Anzahl der Codierungen für die Streuung an weißen Flächen im Pre- und Post-Test (N=172). Prozentuale Angaben zur Vergleichbarkeit gerundet auf eine Nachkommastelle. 245
Tabelle 81: Anzahl der Codierungen zur Verwendung des Fachbegriffs Reflexion in Item 4 (N=172). 245
Tabelle 82: Anzahl der Codierungen zur Schattenentstehung im Pre- und Post-Test (N=172). 246
Tabelle 83: Anzahl der Codierungen bei der Erklärung einer Sonnenfinsternis im Pre- und Post-Test (N=172) 247
Tabelle 84: Anzahl der Codierungen bei der Erklärung einer Mondfinsternis im Pre- und Post-Test (N=172). 248
Tabelle 85: Anzahl der Codierungen zum Entstehen der Mondphasen im Pre- und Post-Test (N=172). 249
Tabelle 86: Anzahl der Codierungen zum Entstehen eines Halbmonds im Pre- und Post-Test (N=172). 249
Tabelle 87: Mittlere T-Werte im Pre- und Post-Test für die Skalen KP, E+H, SK, A+A, KO, S 250
Tabelle 88: Einzelne Items aus der LSL (Petermann & Petermann, 2013), welche die größte Relevanz im Hinblick auf das Forschungsprojekt aufweisen im 2. Mesozyklus. 252
Tabelle 89: Im Mittel erhaltene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von der Lerngruppe im 2. Mesozyklus. 252
Tabelle 90: Erhaltene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von den Lernenden der Lerngruppe für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 2. Mesozyklus. 253
Tabelle 91: Erhaltene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von den Lernenden der Kleingruppe im 2. Mesozyklus. 254
Tabelle 92: Erhaltene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von den Mitgliedern der Kleingruppe für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 2. Mesozyklus. 254
Tabelle 93: Abgegebene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen an die Mitglieder der Kleingruppe im 2. Mesozyklus. 255
Tabelle 94: Vergebene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen an die Mitglieder der Kleingruppe für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 2. Mesozyklus. 256
Tabelle 95: Ergebnisse zu den Skalen SI und KK aus dem FEESS 5-6 im 2. Mesozyklus. 256
Tabelle 96: Ergebnisse zu den Skalen SI und KK aus dem FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) im Vergleich zwischen den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden im 2. Mesozyklus. 257
Tabelle 97: Ergebnisse der ANOVA bzw. ANCOVA (grau) für alle Schülerinnen und Schüler im 1. und 2. Mesozyklus. 258

Tabelle 98: Ergebnisse der ANOVA bzw. ANCOVA (grau) für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und die übrigen Lernenden. 259
Tabelle 99: Übersicht über die Oberkategorien zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft im 2. Mesozyklus. 261
Tabelle 100: Anzahl der Codierungen zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft für die Interviews in der Mitte und am Ende der Implementation, Kategorien mit x ergaben sich erst induktiv aus den Interviews am Ende der Implementation im 2. Mesoyzklus. 261
Tabelle 101: Oberkategorien nach Küpper et al. (2020b) im 2. Mesozyklus. 265
Tabelle 102: Anzahl der Codierungen der induktiv entwickelten Unterkategorien in der 1. Hauptstudie; entnommen aus Küpper et al., (2020b). 266
Tabelle 103: Anzahl der Codierungen zur Bewertung der Experimentier-Materialien und des Arbeitshefts im 2. Mesozyklus. 269
Tabelle 104: Vergleich der Präkonzepte zur Streuung zwischen den hier vorgestellten Daten und der Literatur. 272
Tabelle 105: Rückbezug auf die Hypothesen ausgehend von den Erkenntnissen des 2. Mesozyklus. 284
Tabelle 106: Auszüge aus der Checkliste bei Bonacker et al. (2019) zur Formulierung von Hilfen für Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Lernen. 287
Tabelle 107: Forschungsfragen für den 3. Mesozyklus. 288
Tabelle 108: Hypothesen für den 3. Mesozyklus. 290
Tabelle 109: Mittelwerte aus der ITRF im 3. Mesozyklus. 302
Tabelle 110: Mittelwerte im Pre- und Post-Test von allen Lernenden der Experimentalgruppe im 3. Mesozyklus. 302
Tabelle 111: Mittelwerte der einzelnen Items im Pre- und Post-Test inklusive der Ergebnisse des Wilcoxon-Tests. 303
Tabelle 112: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Test zum Vergleich der Daten aus dem Pre-Test im 2. und 3. Mesozyklus für die einzelnen Items. 303
Tabelle 113: Ergebnisse von ANOVA bzw. ANCOVA (grau) für den Vergleich zwischen 2. und 3. Mesozyklus im Hinblick auf die Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen. 304
Tabelle 114: Ergebnisse des Leistungstests differenziert nach den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden. 305
Tabelle 115: Ergebnisse der Mixed-ANOVA – gesamte Lerngruppe – Fremdwahl. 307
Tabelle 116: Ergebnisse der Mixed-ANOVA – Kleingruppe – Fremdwahl. 310
Tabelle 117: Ergebnisse der Mixed-ANOVA – Eigenwahl – gesamte Lerngruppe. 312
Tabelle 118: Ergebnisse der Mixed-ANOVA – Kleingruppe eigene Wahl. 315
Tabelle 119: Ergebnisse von ANOVA bzw. ANCOVA (grau) zum FEESS 5-6. 316
Tabelle 120: Ergebnisse der ANOVA bzw. ANCOVA (grau) für die Skalen A+A, KO und S. 318
Tabelle 121: Ergebnisse der ANCOVA im Pre- und Post-Test für die Lernenden der Experimental- und Kontrollgruppe für die Skalen KP, E+H und SK. 319
Tabelle 122: Übersicht über die Intercoder-Reliabilitäten für die einzelnen Oberkategorien und Gruppen (* keine Codierungen in den doppelt codierten Videos in beiden Fällen). 320
Tabelle 123: Anzahl der Codierungen der Oberkategorien 6 und 8. 321
Tabelle 124: Soziomatrizen für die einzelnen Kleingruppen. 321

Tabelle 125: Prozentualer Mittelwert des räumlichen Kontakts während der experimentellen Phasen. 322
Tabelle 126: Rückbezug auf die Hypothesen ausgehend von den Erkenntnissen des 3. Mesozyklus. 331
Tabelle 127: Zusammenfassung der Gestaltungskriterien im Hinblick auf die gemeinsame Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, sozialer Integration Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit. 333
Tabelle 128: Sich aus dem Bildungsauftrag ergebene Forschungsfragen. 334
Tabelle 129: Sich aus dem Entwicklungsauftrag ergebene Forschungsfragen zur Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit. 336
Tabelle 130: Forschungsfragen zur sozialen Integration. 338
Tabelle 131: Übersicht über die Erhebungsinstrumente zur Evaluation des Entwicklungsauftrags. 352

Abkürzungsverzeichnis

Allgemeine Abkürzungen, die in mehreren Abschnitten der Arbeit erwähnt werden:
ANOVA = analysis of varicance
BYOD = Bring Your Own Device
CASEL = Collaborative for Academic, Social and Emotional Learning
CL bzw. KL = Kooperatives Lernen
DBR = Design Based Research
GDSU = Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts
GFD = Gesellschaft für Fachdidaktik
IBL bzw. IBSE = Inquiry Based Learning = Forschendes Lernen
KMK = Kultusministerkonferenz
MSB = Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen
MINT = Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik
NW = Schulfach Naturwissenschaften
OK = Oberkategorie
SAMR-Modell = Substitution, Augmentation, Modifikation, Redefinition
SEL = Sozial-emotionales Lernen
STAD = Student Teams Achievement Division
SULKI = Sozialkompetenz, Unterricht, Lehrerfeedback, Kontakt und Integration
UDL = Universal Design for Learning
UK = Unterkategorie

Abkürzungen für Studien, die in mehreren Abschnitten der Arbeit erwähnt werden:
AKTIF = Alle können teilhaben an Ideen und Fertigkeiten
BELLA = Befragung zum seelischen Wohlbefinden und Verhalten
BITKOM = Bundesverband Informationswirtschaft Telekommunikation und neue Medien
ICLIS = International Computer and Information Literacy Study
IPN = Leibniz-Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
KiGGs = Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland
ROSE-Studie = Relevance of Science Education - Studie

Abkürzungen für Erhebungsinstrumente / Auswertungsprogramme, die in mehreren Abschnitten der Arbeit erwähnt werden:
CBCL = Child Behavior Checklist
FEESS = Fragebogen zur Erfassung emotionaler und sozialer Schulerfahrungen
ITRF = Integrated Teacher Report Form
LSL = Lehrereinschätzliste
SDQ = Strengths and Difficulties Questionnaire
SEVE = Schulische Einschätzung des Verhaltens und der Entwicklung
SPSS = Statistical Package for the Social Sciences

1 Einleitung und Motivation

„Es ist leichter, ein Atom zu spalten,
als ein Vorurteil zu zerstören“ (Albert Einstein)
(nach Josten & Kahnert, 2011, S. 119)

Schülerinnen und Schüler mit dem Förderbedarf emotionale und soziale Entwicklung bzw. Lernende mit externalisierenden, d.h. nach außen gerichteten, Gefühls- und Verhaltensstörungen (vgl. Opp, 2003) zeichnen sich durch eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss im inklusiven Unterricht aus als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler (Bless, 2000; Huber, 2006; Bless & Mohr, 2007; von Salisch, 2008; Reicher, 2010a; Ellinger & Stein, 2012; Huber & Wilbert, 2012; Krull et al., 2014a; Krull et al., 2014b; Krull et al., 2017; Kulawiak & Wilbert, 2015). Dies stellt sich insofern als problematisch heraus, da nach Haeberlin et al. (1989) soziale Integration eine der Dimensionen gelungener Inklusion ist und, dass soziale Integration bzw. Peers oder Freunde gleichzeitig einen Schutzfaktor zur Vermeidung bzw. Verringerung externalisierender Verhaltensweisen darstellen (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015; Hennemann et al., 2017). Dabei wird in häufigem Kontakt von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Gefühls- und Verhaltensstörungen (bzw. mit sonderpädagogischem Förderbedarf) die Möglichkeit zur Verringerung von Vorurteilen und damit auch die Möglichkeit zur Verbesserung der sozialen Integration gesehen (Cloerkes 1982; 1997, Ewald, 2016; Ewald & Huber, 2017; Huber, 2019; vgl. auch Allport 1971; 1979, Pettigrew & Tropp, 2005). Wie jedoch bereits Albert Einstein (* 1879, † 1955), einer der berühmtesten Physiker des 20. Jahrhunderts, zutreffend formulierte, stellt die Reduktion von Vorurteilen und entsprechend die Verbesserung der sozialen Integration eine große Herausforderung dar (Josten & Kahnert, 2011).

Diese Arbeit nimmt sich unter anderem dieser Herausforderung an und entwickelt eine Lernumgebung für den inklusiven NW- bzw. Physikunterricht der Orientierungsstufe mit dem Ziel einer dualen, d.h. gleichzeitigen, Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen zu Inhalten der elementaren Optik und der sozialen Integration. Die in dieser Arbeit (weiter-)entwickelte Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* verfolgt darüber hinaus das Ziel die Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit der Lernenden durch non-personelle Hilfen (Wocken, 2013) zu fördern, um auf diese Weise die Lehrkräfte zu entlasten, sodass sich diese vermehrt um die individuellen Schwierigkeiten einzelner Schülerinnen und Schüler kümmern können.

Bei dem in dieser Arbeit beschriebenen Forschungsprojekt handelt es sich um ein Design-Based Research-Projekt (kurz DBR; vgl. auch Kapitel 7), bei dem ein zyklisches Vorgehen inklusive Entwicklung der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* (Design) ausgehend von Problemen in der Praxis, Implementation, Datenauswertung und Re-Design zu einer kontinuierlichen und begründeten Weiterentwicklung der Lernumgebung führt. In den ersten Kapiteln wird zunächst die zur Grunde gelegte Theorie dieser Lernumgebung thematisiert. Hierbei wird – ähnlich wie bei Rott (2018) – die gesamte Theorie präsentiert, welche letztendlich in seiner Gänze im 2. Re-Design (gemeinsam mit den gewonnenen Erkenntnissen) Berücksichtigung fand. Während der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Lernumgebung wurden, die in den folgenden Kapiteln präsentierten, theoretischen Grundlagen, schrittweise in den DBR-Zyklus integriert. Dabei soll eine gemeinsame Präsentation der theoretischen Inhalte der

gesamten Theorie dem „Leser [...] ermöglichen die Schwerpunkte gebündelt wiederzufinden“ (ebd., S. 3). Im Anschluss an diese Einleitung wird zunächst im Theorieteil, das der Arbeit zugrundeliegende Inklusionsverständnis aus der Literatur heraus begründet, wobei der Fokus auf die Förderzieldefinition, Präventionsdefinition und die Definition der Barrierefreiheit nach Grosche (2015) gelegt wird. Insbesondere wird inklusiver Unterricht somit als präventiver Unterricht im Sinne emotionaler und sozialer Förderung verstanden (vgl. Brezinka, 2003; Hennemann et al., 2017; Leidig et al., 2020), sodass das Entstehen von externalisierenden Gefühls- und Verhaltensstörungen möglichst vermieden werden kann.

Im Anschluss wird in Kapitel 3 der Begriff der (externalisierenden) Gefühls- und Verhaltensstörungen definiert und es werden insbesondere Risiko- bzw. Vulnerabilitätsfaktoren zum Entstehen dieser Störungsform genannt. Darüber hinaus wird die Prävalenz von Gefühls- und Verhaltensstörungen, sowie die Auswirkungen auf den Unterricht in der Schule thematisiert. Ausgehend von den Auswirkungen auf den Unterricht wird wiederum begründet, warum sozial-emotionales Lernen (nach Reicher, 2010a) in der Schule notwendig ist und inwiefern auf diese Weise Schutzfaktoren (vgl. Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015) gestärkt werden können, sodass das Entstehen von Gefühls- und Verhaltensstörungen vermieden bzw. reduziert werden kann. In einem nächsten Schritt werden Möglichkeiten zur Unterrichtsplanung (*Universal Design for Learning*; *Differenzierungsmatrizen*; *inklusionsdidaktische Netze* und *Modell dualer Unterrichtsplanung*) im inklusiven Unterricht aus der Literatur heraus vorgestellt und daraufhin analysiert, inwiefern sie explizit sozial-emotionales Lernen berücksichtigen. Dabei zeigt sich, dass insbesondere das Modell dualer Unterrichtplanung, welches von einer Vernetzung von Fach- und Entwicklungsanliegen, d.h. der Förderung von in den Kernlehrplänen genannten Kompetenzen und sogenannten Entwicklungsaspekten, ausgeht (vgl. z.B. Urban & Leidig, 2017; Ferreira-González et al., 2018; Küpper et al., 2019a), die Möglichkeit von sozial-emotionalem Lernen im inklusiven (Physik-)Unterricht bietet. Zum Abschluss von Kapitel 3 wird begründet, warum neben den Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, eine explizite Förderung der Entwicklungsaspekte sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit aller Schülerinnen und Schüler im inklusiven (Physik-)Unterricht im Sinne des sozial-emotionalen Lernens bzw. dem Modell dualer Unterrichtsplanung notwendig ist.

Im Kapitel 4 werden zunächst aus der Literatur heraus (sonder-)pädagogische bzw. allgemeindidaktische Grundlagen für eine duale Förderung von Fach- und Entwicklungsanliegen (in Form der Förderung von sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit) präsentiert. Dies schließt insbesondere das Classroom-Management (z.B. Evertson & Weinstein, 2006; Evertson & Emmer, 2012), als auch das Team-Kleingruppen-Modell (z.B. Schulz-Wensky, 1996) und kooperatives Lernen (Johnson et al., 2005; vgl. auch, Johnson & Johnson, 1999, Green & Green, 2005; Johnson & Johnson, 2008; Konrad & Traub, 2019) mit ein. Insbesondere werden aus der Literatur heraus Möglichkeiten zur Förderung der sozialen Integration präsentiert, wobei unter anderem auf die Kontakttheorie (Allport, 1971; 1979), das SULKI-Modell (Huber, 2019) und in diesem Zusammenhang erneut auf das kooperative Lernen eingegangen wird.

Im Kapitel 5 werden physikdidaktische Grundlagen für eine duale Förderung von Fachanliegen (in Form von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen zur elementaren Optik) und Entwicklungsanliegen (in Form der Förderung von sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit) vorgestellt. Dabei werden in einem ersten

Schritt die im Sinne des Fachanliegens in der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* zu fördernden Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen präsentiert. Die Heterogenität im Physikunterricht der Orientierungsstufe wird näher betrachtet, wobei unter anderem auch Präkonzepte der Lernenden zu den relevanten Inhalten aus der elementaren Optik aus der Literatur heraus rezipiert werden. Im Sinne von Differenzierung bzw. Scaffolding werden im nächsten Abschnitt Möglichkeiten präsentiert, um der Heterogenität der Lerngruppen im inklusiven (Physik-)Unterricht der Orientierungsstufe begegnen zu können.

Ferner werden Grundlagen eines sprachsensiblen (Physik-)Unterrichts dargestellt. Es wird begründet, warum (Physik-)Unterricht kontextorientiert sein sollte und warum sich gerade astronomische Kontexte für einen inklusiven (Physik-)Unterricht eignen. Darüber hinaus wird ausführlich aus der Literatur begründet, wie Experimente (im Sinne des Inquiry-Based Learnings; Bonnstetter, 1998) gestaltet werden können, damit Schülerinnen und Schüler im inklusiven Unterricht an ihnen partizipieren können. Dies schließt unter anderem insbesondere Scaffolding-Möglichkeiten beim Experimentieren, sowie geeignete Experimentiermaterialien mit ein. Abschließend wird aus der Literatur heraus aufgezeigt, inwiefern sich digitale Medien sinnvoll in den inklusiven (Physik-)Unterricht integrieren lassen.

In Kapitel 6 werden die aus der Literatur heraus gewonnenen Erkenntnisse zu Möglichkeiten dualer Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen und sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit noch einmal übersichtlich tabellarisch zusammengefasst.

Da es sich bei dem hier beschriebenen Forschungsprojekt um ein DBR-Projekt handelt, wird in Kapitel 7 der DBR-Ansatz allgemein beschrieben, wobei dieser Ansatz insbesondere zu anderen Forschungsansätzen abgegrenzt wird. Es werden die Phasen Framing, Design-Experiment und Re-Framing umfassend dargestellt.

Mit Kapitel 8 beginnen die praktischen Teile des Forschungsprojekts. Dabei wird zunächst in der Framing-Phase das Problem formuliert, dass Schülerinnen und Schüler mit externalisierenden Verhaltensstörungen für Lehrkräfte im inklusiven Unterricht besonders belastend sind (Avramidis & Norwich, 2002; Jenkins & O'Conner, 2003; Lindsay, 2007; Myschker, 2009; Meijer, 2010; Reicher, 2010a; Ahrbeck, 2017; Blumenthal et al., 2017; für den naturwissenschaftlichen Unterricht siehe Pepperling, 2017). Entsprechend gilt es einerseits das Entstehen von externalisierenden Verhaltensweisen zu verhindern bzw. zu verringern. Andererseits gilt es Schutzfaktoren (z.B. soziale Integration) zu fördern. Ferner werden in diesem Kapitel die übergeordneten Fragestellungen im Sinne der dualen Förderung der Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit vorgestellt.

In Kapitel 9 werden die drei Mesozyklen des Design-Experiments, jeweils mit den Phasen Synthese und Vorbereitung, (Re-)Design, Implementation, Datenanalyse und Deutung der Ergebnisse und Reflexion, und zwei Zusatzerhebungen beschrieben. Insbesondere werden die für den jeweiligen Mesozyklus spezifizierten Forschungsfragen und die gewonnenen Daten ausführlich präsentiert. Dabei spielen nach Edelson (2002) speziell Problemanalysen eine entscheidende Rolle. Die spezifischen Forschungsfragen werden beantwortet. Aus den

Erkenntnissen heraus kommt es jeweils zu einer begründeten Weiterentwicklung des Designs.

Im Re-Framing in Kapitel 10 werden die gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst, wobei insbesondere *Domain Theories* bzw. *Design Frameworks* nach Edelson (2002) formuliert werden. Die Vorgehensweise des DBR und die Erhebungsinstrumente werden in der Methodenkritik kritisch reflektiert. Es wird ein Fazit gezogen und ein Ausblick gegeben.

2 Inklusionsverständnis

„Jeder Mensch hat seine eigene Vorstellung von einer komplexen Idee wie Inklusion“ (Boban & Hinz, 2003, S. 8; vgl. auch Grosche, 2015) und gleichzeitig gibt es zum jetzigen Zeitpunkt auch auf Ebene der empirischen Bildungswissenschaften keine klare Definition dieses Terminus (ebd., Lindsay, 2007; Avramidis & Norwich, 2002; Grosche, 2015), „die trennscharf, logisch, konsistent und widerspruchsfrei“ (Grosche, 2015, S. 26) ist. Ferner kommt es zu Verwirrungen in der Begriffsverwendung der Fachtermini Inklusion und Integration (Avramidis & Norwich, 2002; Wocken, 2013, Grosche, 2015)[1], weil bei beiden Begriffen nicht eindeutig definiert ist, was sie jeweils beinhalten (Wocken, 2013; Grosche, 2015).

Grosche (2015) zufolge wird in den empirischen Bildungswissenschaften Inklusion zumeist unter dem Aspekt einer gemeinsamen Beschulung von Kindern mit und ohne sonderpädagogischen Förderbedarf untersucht (vgl. auch Hinz, 2010), was darin begründet sein kann, dass die Inklusionsbewegung in Deutschland mit dem „Übereinkommen der Vereinten Nationen über die Rechte der Menschen mit Behinderungen“ (Beauftragte der Bundesregierung für die Belange von Menschen mit Behinderungen, 2017) im Jahr 2009 aufkam (Ziemen, 2017a)[2]. Gleichzeitig ist eine derartige Vorstellung des Inklusionsbegriffs nicht ausreichend bzw. zutreffend (Boban & Hinz, 2003; Hinz, 2010; Wocken, 2013; Grosche, 2015) und es kommt durch die Zuweisung eines sonderpädagogischen Förderbedarfs zu Etikettierungen, die in der Inklusion nicht gewünscht sind (Boban & Hinz, 2003; Hinz, 2010). In diesem Zusammenhang formuliert Hattie (2013): „Sehr oft helfen Etikettierungen dabei, diese Lernenden zu ‚klassifizieren’ und so eine zusätzliche Finanzierung für sie zu ermöglichen. Aber nur selten ergibt sich dadurch ein Unterschied bei der Frage, was am besten hilft – ungeachtet der Etikettierungen“ (ebd., S. 150) – für den Zusammenhang zwischen Etikettierung und Finanzierung vergleiche auch Wocken (2013). Vielmehr zielt die Inklusion darauf ab allen Schülerinnen und Schülern, unabhängig von sonderpädagogischem Förderbedarf, Geschlecht, ihren Fähigkeiten, usw. gerecht zu werden und mögliche Barrieren – so weit wie möglich – abzubauen (Boban & Hinz, 2003; Meijer, 2005; DUK, 2009; Hinz, 2010, Wocken, 2013; Grosche, 2015; Ziemen, 2017b). Es gilt nicht mehr die Lernenden an die Schule anzupassen, sondern vielmehr erfolgt eine Anpassung der Schule an die Bedürfnisse aller Lernenden (Boban & Hinz, 2003; Meijer, 2005; Lindsay, 2007; DUK, 2009; Hinz, 2010; Wocken, 2013, Ziemen, 2017b). Demzufolge definiert Wocken (2013) Inklusion wie folgt:

„Inklusiver Unterricht bedeutet,

- **dass alle Kinder**
  - *einer unausgelesenen*
  - *und ungeteilten Lerngruppe*
- **sich allgemeine Bildung**
  - *nach individuellem Vermögen*

[1] Wocken (2013) bzw. Grosche (2015) führen aus, dass die Verwirrung um die Begriffe Integration und Inklusion auch der Übersetzung englischsprachiger Originalquellen geschuldet sein kann. Gleichzeitig schlagen Wocken (2013) und Grosche (2015) vor die beiden Begriffe gleichzusetzen. Diesem Vorschlag soll in der vorliegenden Arbeit gefolgt werden.

[2] Diese Vorstellung von Inklusion entspricht auch dem Terminus ‚Integration’, wo der Fokus auf dem gemeinsamen Unterricht von Lernenden mit und ohne sonderpädagogischen Förderbedarf lag (Wocken, 2013).

- *und individuellen Bedürfnissen*
- *in vielfältigen Lernprozessen*
- *mit gemeinsamen und differentiellen Lernsituationen*
- *unter Nutzung förderlicher Ressourcen*
- *ohne behindernde Lernbarrieren und*
- *ohne diskriminierende und exkludierende Praxen sowie*
- *mit entwicklungsorientierter Lernevaluation*

aneignen können, und zwar

- **mit aktiver Unterstützung**
  - *von kooperierenden Pädagogen*
  - *und sozialen Netzwerken*“ (Wocken, 2013, S. 134).

In Bezug auf Barrieren gilt es zunächst diese zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu suchen und die ermittelten Barrieren zu reduzieren (ebd., Boban & Hinz, 2003). Dabei werden die Barrieren jeder einzelnen Schülerin bzw. jedes einzelnen Schülers in den Blick genommen (Hinz, 2010). Um Barrieren in der Schule zu reduzieren müssen didaktische und methodische Konzepte an die Heterogenität von Lerngruppen angepasst werden (DUK, 2009; Leiß, 2018). Dabei wird davon ausgegangen, dass alles was für bestimmte Schülerinnen und Schüler hilfreich ist, keinen negativen Einfluss auf die übrigen Lernenden hat (Boban & Hinz, 2003; Meijer, 2005; Meijer, 2010). Gleichzeitig gilt es zu bedenken, dass das Auflösen aller (Lern-)Barrieren kaum möglich sein wird (Wocken, 2013).

Bei der Identifikation von Barrieren kann der von Boban und Hinz (2003) aus dem englischen übersetze *Index für Inklusion* hilfreich sein. Er besteht aus drei Dimensionen: (1) „inklusive Kulturen schaffen“ (ebd., S. 15) – inklusive dem Bilden einer Gemeinschaft und der Verankerung inklusiver Werte –, (2) „inklusive Strukturen etablieren“ (ebd., S. 15) – inklusive der Entwicklung einer Schule für alle Beteiligten und die Berücksichtigung von Vielfalt – und (3) „inklusive Praktiken entwickeln“ (ebd., S. 16) – inklusive der Bereitstellung von Ressourcen und der Entwicklung und Organisation geeigneter Lernumgebungen. Beispiele für entsprechende Teilkompetenzen sind:

Zu (1): **Bilden einer Gemeinschaft:** „Bitten sich die SchülerInnen gegenseitig um Hilfe und bieten sie Hilfe an, wenn sie gebraucht wird?“ (Boban & Hinz, 2003, S. 54) oder „Wird die Entwicklung von Freundschaften aktiv angeregt, z.B. durch Initiierung von Freundes- und Unterstützungskreisen?“ (ebd., S. 54), **Verankerung inklusiver Werte:** „Haben alle SchülerInnen das Gefühl, dass sie eine Schule besuchen, in der es möglich ist, die je individuell besten Leistungen zu erreichen?“ (ebd., S. 60)

Zu (2): **Entwicklung einer Schule für alle Beteiligten**: „Werden alle SchülerInnen des Einzugsgebiets ermutigt, die Schule zu besuchen, unabhängig von ihren Leistungen oder Beeinträchtigungen?“ (ebd., S. 68), **Berücksichtigung von Vielfalt**: „Werden die SchülerInnen mit ‚sonderpädagogischem Förderbedarf’ als Individuen mit unterschiedlichen Interessen, Kenntnissen und Fähigkeiten gesehen statt als Teil der vermeintlich homogenen Gruppe ‚Behinderter’?“ (ebd., S. 74) oder „Versucht man bei Verhaltensschwierigkeiten Handlungsstrategien zu entwickeln, die das Auskommen miteinander in der Klasse und auf dem Schulhof verbessern helfen können?“ (ebd., S. 77)

Zu (3): **Bereitstellung von Ressourcen:** „Erhalten alle – also auch leistungsschwächere – SchülerInnen die Chance, anderen zu helfen?“ (ebd., S. 92), **Entwicklung und Organisation geeigneter Lernumgebungen:** „Entspricht der Unterricht dem Spektrum von Interessen bei Jungen und Mädchen“ (ebd., S. 81), „Nimmt die Unterrichtsplanung

Rücksicht auf bestimmte SchülerInnen und bemüht sie sich um den Abbau von Hindernissen für deren Lernen und Teilhabe“ (ebd., S. 81), „Wird emotionalen Aspekten des Lernens im Unterricht die gleiche Aufmerksamkeit gewidmet wie kognitiven?“ (ebd., S. 82), „Baut der Unterricht auf der Spracherfahrung der SchülerInnen außerhalb der Schule auf?“ (ebd., S. 82) oder „Werden die SchülerInnen ermutigt, die Verantwortung für ihr Lernen zu übernehmen?“ (ebd., S. 84).[3]

Die weiter oben von Wocken (2013) genannte Definition von Inklusion ist sehr allgemein gehalten, bezieht eine Reihe von Faktoren ein und ist kaum in seiner Gänze empirisch erforschbar (vgl. auch Grosche, 2015). Entsprechend schlägt Grosche (ebd.) vor, „lediglich einzelne Teilaspekte von Inklusion zu erforschen“ (ebd., S. 32), wodurch die Definition operationalisierbar wird bzw. die Ergebnisse an Bedeutung gewinnen und gleichzeitig weniger angreifbar sind (ebd.). Die von Grosche (ebd.) vorgeschlagenen Teilaspekte von Inklusion sind an die Dimensionen des *Index für Inklusion* angelehnt, wobei sich diese Arbeit auf drei der genannten Aspekte bezieht, die miteinander verknüpft werden. Dabei handelt es sich um die Förderzieldefinition, die Präventionsdefinition und die Definition der Barrierefreiheit, welche bei Grosche (ebd.) wie folgt definiert sind:

- „Förderzieldefinition: Inklusion ist die Förderung von Schulleistungen und anerkennenden Beziehungen zwischen den Klassenkameradinnen und Klassenkameraden sowie zu Lehrkräften“ (ebd., S. 33).
- „Präventionsdefinition: Inklusion ist die gezielte Förderung zur Verhinderung eskalierender Lernverläufe bereits vor dem Auftreten von Lernrückständen“ (ebd., S. 34)
- „Definition der Barrierefreiheit: Inklusion ist die Planung und Durchführung aller Aktivitäten in einer Art und Weise, dass alle Schülerinnen und Schüler gemeinsam daran teilnehmen können“ (ebd., S. 34).

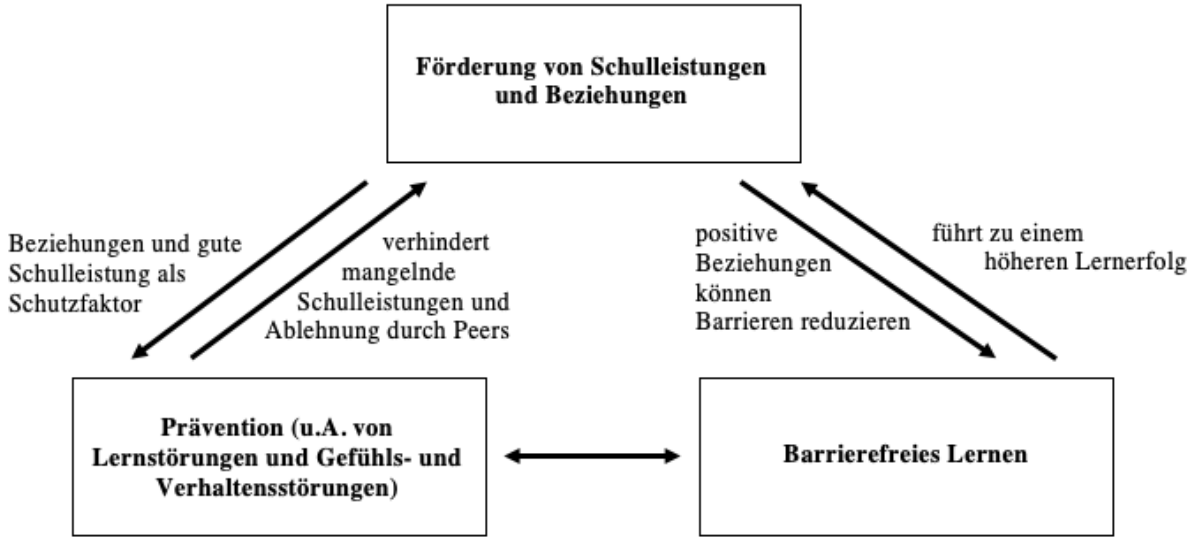


Abbildung 1: Bezüge zwischen den drei Teilaspekten von Inklusion.

[3] Da es sich bei diesem Projekt um eine fachdidaktische Arbeit handelt, wurde der Fokus bei den zitierten Beispielen auf den Aspekt der Entwicklung und Organisation geeigneter Lernumgebung gelegt.

Dabei sind diese drei Aspekte als ergänzend zueinander und vor allem nicht unabhängig voneinander zu verstehen. Folglich gibt es vielfältige Bezüge zwischen den drei Aspekten von Inklusion. Diese Bezüge sind teilweise durch exemplarische Beispiele in Abbildung 1 verdeutlicht. Die Begründungen für die jeweiligen Zusammenhänge werden im Rahmen des Theorieteils dieser Arbeit gegeben.

Wichtig erscheint im Sinne dieser drei Teilaspekte von Inklusion, dass im inklusiven Unterricht nicht nur das akademische Lernen im Vordergrund steht, sondern, dass auch positive Beziehungen und Prävention eine entscheidende Rolle spielen. Im Folgenden Abschnitt wird daher der Fokus auf das sozial-emotionale Lernen als Präventionsstrategie bzw. dem Abbau von Barrieren gelegt.

Zusammenfassung:

Inklusiver (Physik-) Unterricht wird in dieser Arbeit in Anlehnung an Grosche (2015) im Sinne der Förderzieldefinition, der Präventionsdefinition und der Definition der Barrierefreiheit verstanden.

3 Sozial-emotionales Lernen im inklusiven Unterricht

Die folgenden Abschnitte beziehen sich zunächst auf Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen. Diese Schülergruppe wird näher beschrieben, weil für sie präventive Maßnahmen bzw. Maßnahmen zur Reduktion der Gefühls- und Verhaltensstörungen besonders relevant ist. Dabei müssen diese Maßnahmen jedoch nicht auf diese Lernenden beschränkt sein (z.B. Brezinka, 2003). Vielmehr sind präventive Maßnahmen im Sinne eines inklusiven Unterrichts für *alle* Lernenden relevant bzw. notwendig (vgl. z.B. Hennemann et al., 2017).

3.1 Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen

Nach Hillenbrand (2008) bzw. Myschker (2009) gibt es eine Reihe von unterschiedlichen Begriffen für Schülerinnen und Schüler „die ihrer Umwelt Schwierigkeiten machen und mit sich selbst“ (ebd., S. 44) Schwierigkeiten haben. Während eine Reihe von Begriffen aus diversen Gründen nicht verwendet werden sollte, haben sich andere Begriffe durchgesetzt (Hillenbrand, 2008; Myschker, 2009). Diese Begriffe sind: Schülerinnen und Schüler mit (a) Verhaltensauffälligkeiten, (b) Verhaltensstörungen, (c) Gefühls- und Verhaltensstörungen und (d) mit sonderpädagogischem Förderbedarf emotionale und soziale Entwicklung (vgl. Hillenbrand, 2008; Myschker, 2009; Opp, 2003 nach Hillenbrand, 2008).[4]

Da der Terminus Schülerinnen und Schüler mit Verhaltensauffälligkeiten wertneutral ist, wird er insbesondere im deutschsprachigen Raum verwendet (Myschker, 2009). Gleichzeitig stellt sich dieser Begriff auch als heikel heraus (ebd., Hillenbrand, 2008): Nach Myschker (2009) ist der Begriff zu allgemein und daher insbesondere für die wissenschaftliche Kommunikation nicht geeignet. Ferner weisen nicht alle Schülerinnen und Schüler, die entsprechende Symptome zeigen, ein nach außen gerichtetes, auffälliges Verhalten auf (ebd.)[5]. Auch hochbegabte Kinder zeichnen sich im Vergleich zur Norm durch ein ‚auffälliges Verhalten’ aus. Gleichzeitig handelt es sich bei ihnen jedoch nicht um die Gruppe, die mit dem Begriff verhaltensauffällig adressiert werden soll (ebd.). Ähnliche Begründungen zur Ablehnung des Terminus *Schülerinnen und Schüler mit Verhaltensauffälligkeiten* findet man auch bei Hillenbrand (2008).

Entsprechend hat in der wissenschaftlichen Kommunikation eher der Begriff Verhaltensstörung Verbreitung gefunden (Myschker, 2009)[6]. Dieser Begriff ist bei Myschker (ebd.) wie folgt definiert:

> „Verhaltensstörung ist ein von den zeit- und kulturspezifischen Erwartungsnormen abweichendes maladaptives Verhalten, das organogen und/oder milieureaktiv

[4] Boban und Hinz (2003) verwenden allgemeiner den Begriff Schülerinnen und Schüler mit „Hindernissen für Lernen und Teilhabe“ (ebd., S. 12). Auf diese Begrifflichkeit soll an dieser Stelle jedoch nicht näher eingegangen werden.

[5] Weiter unten wird ein nach außen gerichtetes Verhalten als externalisierendes Verhalten bezeichnet.

[6] Der Begriff Verhaltensstörung lässt sich durch ‚behavior disorders’ übersetzen und ist somit international anschlussfähig (Myschker, 2009).

bedingt ist, wegen der Mehrdimensionalität, der Häufigkeit und des Schweregrades die Entwicklung-, Lern- und Arbeitsfähigkeit sowie das Interaktionsgeschehen in der Umwelt beeinträchtigt und ohne besondere pädagogisch-therapeutische Hilfe nicht oder nur unzureichend überwunden werden“ (ebd., S. 49).

Beispiele für Verhaltensstörungen sind nach Myschker (ebd.) z.B. Aggressivität, Interessenlosigkeit, Kontaktschwäche oder Störung des Sozialverhaltens.

Holtmann und Schmidt (2008) bzw. Myschker (2009) unterscheiden darüber hinaus zwei verschiedene Typen von Verhaltensstörungen[7]: Internalisierende, d.h. nach innen gerichtete, Verhaltensstörungen, wie z.B. Minderwertigkeitsgefühle oder Ängstlichkeit (ebd.) und externalisierende, d.h. nach außen gerichtete, Verhaltensstörungen, wie z.B. Aufmerksamkeitsstörungen oder Aggressivität (ebd.). Der Fokus in dieser Arbeit liegt auf schulbezogenen, externalisierenden Verhaltensstörungen.[8] Beispiele für derartige, schulbezogene externalisierende Verhaltensweisen findet man z.B. in den Items der Integrated Teacher Report Form (kurz ITRF) (Casale et al., 2019) – siehe Tabelle 1.

Externalisierende, schulbezogene Verhaltensweisen:	
Stellt Unterrichtsaufgaben nicht rechtzeitig fertig.	Stört andere.
Beginnt mit der Aufgabenbearbeitung nicht selbstständig.	Verwendet unangemessene Sprache.
Erledigt Hausaufgaben unvollständig.	Hat Konflikte mit Mitschülerinnen und Mitschülern.
Zeigt Unterrichtsaufgaben nicht rechtzeitig vor.	Kommandiert rum.
Kontrolliert seine eigene Arbeit nicht.	Macht unangebrachte Bemerkungen.
Nimmt Materialien, die zu Hause benötigt werden, nicht mit (z.B. für Hausaufgaben, Elternbriefe).	Kommt unvorbereitet zum Unterricht.
Streitet und zankt mit Lehrkräften.	Beteiligt sich nicht am Unterricht.
Verliert die Beherrschung.	Respektiert nicht die Privatsphäre anderer.

Tabelle 1: Externalisierende, schulbezogene Verhaltensweisen aus der Kurzversion der ITRF (Casale et al., 2019).

Hillenbrand (2008) führt Studien an, die aufzeigen, dass der Begriff der Verhaltensstörung sowohl bei Studierenden als auch bei Lehrkräften auf Akzeptanz stößt. Gleichzeitig liegt der Vorteil im Terminus Störung darin, dass durch geeignete Interventionen die Beeinträchtigung reduziert bzw. gar aufgehoben werden kann (Myschker, 2009). Der Begriff Verhaltensstörung weist jedoch nicht nur Vorteile, sondern auch Nachteile auf. Beispielsweise wird bei diesem Begriff die Umwelt nicht in den Blick genommen (Methner & Popp, 2017), welche als Risikofaktor für das Entstehen von Verhaltensstörungen gelten kann (vgl. weiter unten). Ferner berücksichtigt der Begriff Verhaltensstörung nicht, dass emotionale Störungen sich auch auf das Verhalten auswirken können (Hillenbrand, 2008)[9].

[7] Eigentlich unterscheidet Myschker (2009) vier Typen von Verhaltensstörungen. Neben externalisierenden und internalisierenden Verhaltensstörungen nennt Myschker (2009) auch Kinder und Jugendliche mit sozial-unreifem Verhalten und Kinder und Jugendliche mit sozial-delinquentem Verhalten. Für diese beiden Typen liegen jedoch noch nicht ausreichend evidenzbasierte Daten vor (ebd.).

[8] Daher wird in dieser Arbeit insbesondere nicht detaillierter auf internalisierende Verhaltensstörungen eingegangen.

[9] Weitere Kritikpunkte findet man ausführlich bei Hillenbrand (2008).

Daher schlägt Opp (2003) den Begriff der Gefühls- und Verhaltensstörung vor. Dieser Begriff ist wie folgt definiert:

> „Der Begriff Gefühls- und Verhaltensstörung beschreibt eine Beeinträchtigung (disability), die in der Schule als emotionale Reaktionen und Verhalten wahrgenommen werden und sich von altersangemessenen, kulturellen, und ethnischen Normen so weit unterscheiden, dass sie auf die Erziehungserfolge des Kindes und Jugendlichen negativen Einfluss haben. Eine solche Beeinträchtigung ist
>
> - mehr als eine zeitlich begrenzte, erwartbare Reaktion auf Streßeinflüsse in der Lebensumgebung;
> - tritt über einen längeren Zeitraum in zwei verschiedenen Verhaltensbereichen (settings) auf, wobei mindestens einer dieser Bereiche schulbezogen ist; und
> - ist durch direkte Intervention im Rahmen allgemeiner Erziehungsmaßnahmen insofern nicht aufhebbar, als diese Interventionen erfolglos waren oder sein würden“ (Opp, 2003, S. 509f, zitiert nach Hillenbrand, 2008, S. 16).

Dieser Begriff berücksichtigt explizit zusätzlich zum Verhalten auch den emotionalen Aspekt (Hillenbrand, 2008, S. 16).

In der Schule selbst hat sich dagegen der von der KMK (2000) geprägte Begriff des sonderpädagogischen Förderbedarfs emotionale und soziale Entwicklung durchgesetzt (Methner & Popp, 2017). Dieser Begriff ist wie folgt definiert:

> „Sonderpädagogischer Förderbedarf ist bei Kindern und Jugendlichen mit Beeinträchtigungen der emotionalen und sozialen Entwicklung, des Erlebens und der Selbststeuerung anzunehmen, wenn sie in ihren Bildungs-, Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten so eingeschränkt sind, dass sie im Unterricht der allgemeinen Schule auch mit Hilfe anderer Dienste nicht hinreichend gefördert werden können“ (KMK, 2000, S. 10).

Da Schülerinnen und Schüler mit und ohne sonderpädagogischem Förderbedarf im Sinne der Inklusion bzw. des Gemeinsamen Unterrichts zusammen beschult werden (sollen), ist diese Definition nicht hilfreich. Auch Grosche (2015) sieht den Begriff des Förderbedarfs in emotionaler und sozialer Entwicklung kritisch. Aus der Literatur heraus nennt er dafür mehrere Gründe: (a) Es gibt keine klare Definition des Begriffs, (b) die Diagnostik ist nicht standardisiert, (c) die Kriterien für die Zuweisung variieren je nach Bundesland, (d) es gibt im internationalen Sprachgebrauch keinen ähnlichen Begriff (ebd.). Grosche formuliert sogar:

> „Provokativ gesagt werden Kinder durch eine unstandardisierte, subjektive und fehleranfällige Diagnostik einem theoretisch mangelhaft spezifizierten Konstrukt namens ‚sonderpädagogischer Förderbedarf’ zugewiesen“ (ebd., S. 28f).

Gleichzeitig stellt sich der von Forness et al. (2012) beschriebene „service gap“ (ebd., S. 3) im Zusammenhang mit dem Begriff Förderbedarf emotionale und soziale Entwicklung

als problematisch heraus[10]. Studien zeigen, dass ca. 20% aller Kinder und Jugendlichen im Laufe ihrer Entwicklung Gefühls- und Verhaltensweisen aufweisen (vgl. Abschnitt 3.2). Gleichzeitig besitzen nur 2,3% aller Schülerinnen und Schüler in Nordrhein-Westfalen, bzw. 2,8% aller Lernenden im Regierungsbezirk Köln in der Sekundarstufe I einen diagnostizierten Förderbedarf emotionale und soziale Entwicklung (MSB, 2019a). Folglich wurde bei einem Großteil aller Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen kein Förderbedarf emotionale und soziale Entwicklung diagnostiziert.

Ausgehend von diesen Problemen wird in der vorliegenden Arbeit der Begriff der Gefühls- und Verhaltensstörung nach Opp (2003) gewählt, wobei insbesondere Schülerinnen und Schüler mit externalisierenden Verhaltensweisen betrachtet werden sollen. In einem nächsten Schritt wird daher näher darauf eingegangen, wie sich Risiko- und Vulnerabilitätsfaktoren auf das Entstehen von Gefühls- und Verhaltensstörungen auswirken und wie diese Störungen entstehen. Myschker (2009) führt aus, dass Gefühls- und Verhaltensstörungen diverse, sich gegenseitig bedingende, Ursachen haben können (vgl. auch Hillenbrand, 2008). Dabei unterscheiden Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse (2015) auf das Kind bzw. den Jugendlichen bezogene Vulnerabilitätsfaktoren, wie die biologischen und psychologischen Merkmale und Risikofaktoren aus der Umwelt. Insbesondere führen „psychosoziale Risikofaktoren bzw. Stressoren [eher als biologische Merkmale] häufig zu ungünstigen Entwicklungsverläufen [...] und [können] besonders die kognitive und sozio-emotionale Entwicklung beeinträchtigen“ (ebd., S. 11). In Tabelle 2 wurden einige Beispiele für Vulnerabilitätsfaktoren und Risikofaktoren exemplarisch aus Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse (ebd.) entnommen.

Vulnerabilitätsfaktoren:	Risikofaktoren:
neuropsychologische Defizite	niedriger sozialer Status
schwieriges Temperament	psychische Störungen eines Elternteils
niedriger Intelligenzquotient	unangemessene Erziehungspraktiken der Eltern

Tabelle 2: Exemplarische Vulnerabilitätsfaktoren und Risikofaktoren aus Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse (2015, S. 22-23).

Geringe bzw. nicht altersangemessene soziale Kompetenzen bzw. die Ablehnung durch die Peers können ebenso zum Entwickeln einer Gefühls- und Verhaltensstörung führen (z.B. Hillenbrand, 2008). Auch kritische Lebensereignisse (Filipp, 1981), wie die Transition von der Grundschule zur weiterführenden Schule, können Entwicklungsaufgaben bzw. Leistungsanforderungen mit sich bringen, die das Risiko von Gefühls- und Verhaltensstörungen erhöhen (z.B. Hennemann et al., 2017). In diesem Zusammenhang spielen ungünstige „Rahmenbedingungen wie fehlende emotional-soziale, sprachliche und kognitive Kompetenzen, aber auch die mangelnde Unterstützung durch das Elternhaus, ein schlechtes Transistionsmanagement zwischen den Einrichtungen Kindergarten – Grundschule – weiterführende Schule und nicht zuletzt die fehlende Unterstützung des Klassenlehrers in der neuen Institution“ (Hennemann et al., 2017, S. 33f) eine entscheidende Rolle. Gleichzeitig sollte an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Wahrscheinlichkeit zum Entwickeln von Gefühls- und Verhaltensstörungen mit der Anzahl der Risikofaktoren steigt (Wille et al., 2008; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015), wobei nicht davon ausgegangen werden kann, dass es beim Vorliegen von Risiko- und

[10] Ähnliche Begründungen findet man auch bei Wocken (2013), Britz (2017), Ferreira-González (2019) oder Casale et al. (2019).

Vulnerabilitätsfaktoren immer zum Entstehen von Gefühls- und Verhaltensstörungen kommt (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015; vgl. auch Abschnitt 3.3).

Zusammenfassung:

In diesem Forschungsprojekt wird ein Fokus auf Lernende mit externalisierenden Gefühls- und Verhaltensstörungen (Opp, 2003) gelegt und nicht – wie es sonst in Forschungsprojekten häufig der Fall ist – auf Schülerinnen und Schüler mit einem speziellen Förderbedarf.

Der Grund für das Entstehen von Gefühls- und Verhaltensstörungen liegt in vorhandenen Vulnerabilitätsfaktoren, d.h. biologischen oder psychologischen Merkmalen der Person, und Risikofaktoren aus der Umwelt (vgl. Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015).

3.2 Prävalenz und Persistenz von Gefühls- und Verhaltensstörungen

Das Vorliegen von Gefühls- und Verhaltensstörungen bei Schülerinnen und Schülern mindert in der Regel die Entwicklungschancen der Lernenden (Ihle & Esser, 2008). Bevor man jedoch über Prävention bzw. mögliche Interventionen nachdenken sollte (vgl. Abschnitt 3.3), erscheint es notwendig sich Gedanken über die Prävalenzraten, d.h. die Häufigkeit des Vorliegens von Gefühls- und Verhaltensstörungen bei Kindern und Jugendlichen, zu machen: Es gibt eine Reihe von Studien, welche die Prävalenzraten für das Vorkommen von Gefühls- und Verhaltensstörungen im Sinne dimensionaler Klassifikation ermittelt haben[11]: In ihrem Review bestimmten Barkmann und Schulte-Markwort (2004) für Kinder im Alter von 6-10 Jahren eine Prävalenzrate von 19,1% und für das Alter von 11-18 Jahre eine Prävalenzrate von 20,2%. Folglich zeigt das Review, dass etwa jedes fünfte Kind in Deutschland Gefühls- bzw. Verhaltensstörungen aufweist. In einer Meta-Studie von Ihle und Esser (2008) betrug der Median der Prävalenzraten 18%. Dabei muss berücksichtigt werden, dass 75% der in der Meta-Studie einbezogenen Prävalenzraten einen Wert von 15% bis 22% aufwiesen (ebd.). Myschker (2009) geht ebenfalls, ausgehend von den vorliegenden Forschungsergebnissen, davon aus, dass 15 bis 20% aller Kinder und Jugendlichen im Laufe ihrer Entwicklung Gefühls- und Verhaltensstörungen aufweisen (werden).

Zwei aktuellere Studien im deutschsprachigen Raum sind die KiGGs-Studie (Hölling et al., 2014) und die BELLA-Studie (Klasen et al., 2017)[12]: In der ersten KiGGs Welle, bei der die Daten zwischen 2009 und 2012 erhoben wurden, zeigen 20,2% der Kinder bzw. Jugendlichen zwischen 3 und 17 Jahren psychische Auffälligkeiten (Hölling et al., 2014). Insbesondere gab etwa „die Hälfte der befragten Eltern an, dass ihr Kind mindestens leichte

[11] Man beachte, dass nach dem Review von Barkmann und Schulte-Markwort (2004) die Prävalenzrate auch vom Erhebungsinstrument abhängt. Die Autoren ermitteln für Studien mit der CBCL (Döpfner et al., 2014) Prävalenzraten von 16,4%, während die mittlere Prävalenzrate bei anderen Instrumenten 18,6% betrug (Barkmann & Schulte-Markwort, 2004).

[12] In beiden Studien wurde der SDQ (Goodmann, 2020) verwendet. Ziel der Studien ist es nicht Kinder und Jugendliche mit gefestigten, psychischen Störungen zu ermitteln. „Ziel ist es vielmehr, im Sinne des Präventionsgedankens von Public Health eine Risikogruppe zu definieren und Anhaltspunkte für Prävention und Intervention zu liefern“ (Hölling et al., 2014, S. 816).

Schwierigkeiten infolge emotionaler und verhaltensbedingter Probleme hat“ (ebd., S. 817). Im Alter zwischen 7-10 Jahre (Grundschulzeit bzw. Anfang der Orientierungsstufe) beträgt die mittlere Prävalenzrate 23,1%; im Alter von 11-13 Jahren (Orientierungsstufe, Anfang Mittelstufe) 23,3% (ebd.). Entsprechend zeigt etwa jedes vierte bis fünfte Kind in diesen Altersstufen in Deutschland psychische Auffälligkeiten. Ferner lassen sich Unterschiede in den Prävalenzraten bei Jungen und Mädchen ausmachen: Jungen haben im Alter von 3-17 Jahren eine Prävalenzrate von 23,4% zur Entwicklung von Gefühls- und Verhaltensstörungen; Mädchen von 16,9% (ebd.). Bei Jungen sind darüber hinaus psychische Auffälligkeiten wie Verhaltensstörungen, Hyperaktivität und Peer-Probleme ausgeprägter als bei Mädchen (ebd.). Mädchen zeichnen sich dagegen eher durch emotionale Probleme im Vergleich zu Jungen aus (ebd.). Insbesondere liegen folglich externalisierende Gefühls- und Verhaltensstörungen eher bei Jungen als bei Mädchen vor, während bei Mädchen internalisierende Gefühls- und Verhaltensstörungen dominieren (ebd.).

In der BELLA-Studie ergeben sich ähnliche, jedoch leicht geringere, Prävalenzraten: Insgesamt zeigen 17,2% aller Kinder im Alter von 3 bis 17 Jahren psychische Auffälligkeiten (Klasen et al., 2017). Im Alter zwischen 7-10 Jahre beträgt die mittlere Prävalenzrate 19,8%; im Alter von 11-13 Jahren 22,0% (ebd.). Entsprechend zeigt auch in dieser Studie etwa jedes fünfte Kind in diesen Altersstufen in Deutschland physische Auffälligkeiten. Ferner unterscheiden sich auch hier die Prävalenzraten in diesen Altersstufen bei Jungen und Mädchen (ebd.): Im Alter zwischen 7-10 Jahre beträgt die Prävalenzrate bei Mädchen 18,2% und bei Jungen 21,4%, während die Prävalenzrate im Alter zwischen 11-13 Jahre bei Mädchen 21,0% und bei Jungen 22,9% zählt (ebd.). Insbesondere zeigen diese Werte, dass für Schülerinnen und Schüler der Orientierungsstufe die Prävalenzrate von Jungen höher ist als die von Mädchen (vgl. ebd., vgl. auch Ihle & Esser, 2008). Im Laufe der Mittelstufe bzw. der Adoleszenz[13] nähern sich die Prävalenzraten bei Jungen und Mädchen jedoch gegenseitig an (Ihle & Esser, 2008). Bei der BELLA-Studie weisen die Mädchen sogar im Alter von 14-17 Jahren eine höhere Prävalenzrate auf (Klasen et al., 2017).

Neben dem Geschlecht ergeben sich auch für die Kinder und Jugendliche mit unterschiedlichem sozialen Status unterschiedliche Prävalenzraten: 33,5% der Kinder und Jugendliche im Alter von 3-17 Jahre mit niedrigem Sozialstatus zeigen nach der KiGGs-Studie psychische Auffälligkeiten, während dies nur auf 11,3% der Kinder und Jugendlichen mit einem hohen Sozialstatus zutrifft (Hölling et al., 2014). Kinder und Jugendliche mit einem mittleren Sozialstatus haben dagegen zu 19,2% psychische Auffälligkeiten (ebd.). Ähnliche Ergebnisse findet man auch bei Wille (2008) und Klasen et al. (2017). Weitere Risikofaktoren, die sich auf die Entstehung psychischer Störungen auswirken, wurden bereits im Abschnitt 3.1 besprochen, bzw. findet man bei Hölling et al. (2014), bei Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse (2015) bzw. bei Klasen et al. (2017).

Insgesamt lässt sich mit den Worten von Blumenthal et al. (2017) somit sagen, dass in den Schulen in Deutschland

> „leicht bis schwerst auffällige Kinder und Jugendliche [...] vor[kommen], sodass man von einem Kontinuum an Förderbedarfen und Problemverhalten im schulischen Kontakt sprechen muss“ (ebd., S. 124).

[13] Mit Adoleszenz wird die Altersspanne von 11 Jahren bis 18 Jahren bezeichnet (Berk, 2011). Sie unterteilt sich in die frühe Adoleszenz (von 11 bis 14 Jahre), die mittlere Adoleszenz (von 14 bis 16 Jahre) und die späte Adoleszenz (16 bis 18 Jahre) (ebd.)

Neben den Prävalenzraten sind auch die Persistenzraten, d.h. der Anteil an Kindern und Jugendlichen, bei denen die psychischen Auffälligkeiten bestehen bleiben, entscheidende Größen: Ihle und Esser (2002) ermittelten in ihrer Metastudie konstante Persistenzraten von 50%. In der BELLA-Studie (Klasen et al., 2017) waren 40,7% der vor sechs Jahren als psychisch auffällig ermittelten Kinder und Jugendlichen sechs Jahre später noch immer psychisch auffällig. In der KiGGs-Studie wies jedes zweite, vor sechs Jahren als psychisch auffällig ermittelte Kind, nach sechs Jahren eine psychische Auffälligkeit auf (Baumgarten et al., 2018). Bei den fast 50% der Kinder und Jugendlichen, die nach Aussage ihrer Eltern leichte Gefühls- und Verhaltensstörungen aufweisen, dauerten diese Störungen bei 75% der Kinder und Jugendlichen länger als 1 Jahr (Hölling et al., 2014). Unabhängig davon, dass die Persistenzraten bei den einzelnen Studien unterschiedlich sind, zeigen die vorgestellten Ergebnisse, dass sich psychische Störungen in der Regel nicht von selbst determinieren. Vielmehr sind geeignete Interventionen notwendig. Gleichzeitig zeigen die Daten der KiGGs-Studie, dass 12% der vorher als unauffällig ermittelten Kinder (88%) sechs Jahre später psychische Auffälligkeiten zeigen (Baumgarten et al., 2018). Diese Ergebnisse weisen insbesondere darauf hin, dass eine geeignete Prävention (vgl. Abschnitt 3.3) unausweichlich ist.

Zusammenfassung:

Während durch kategoriale Diagnostik nur Schülerinnen und Schülern mit manifestierten Gefühls- und Verhaltensstörungen bestimmt werden, können durch dimensionale Diagnostik zusätzlich auch Lernende ermittelt werden, die ein hohes Risiko zur Entstehung einer solchen Störung aufweisen. Dies trifft in Deutschland mit einer Prävalenzrate von ca. 20% auf etwa ein Fünftel aller Schülerinnen und Schüler zu. Aufgrund dieses hohen Anteils sind eine entsprechende Intervention bzw. Prävention unumgänglich.

3.3 Präventiver Unterricht bei Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen

Gerade die Schülergruppe mit Gefühls- und Verhaltensstörungen stellt die Lehrkräfte vor eine große Herausforderung (Avramidis & Norwich, 2002; Jenkins & O'Conner, 2003; Lindsay, 2007; Myschker, 2009; Meijer, 2010; Reicher, 2010a; Ahrbeck, 2017; Blumenthal et al., 2017; für den naturwissenschaftlichen Unterricht siehe Pepperling, 2017). Dies trifft insbesondere auf Schülerinnen und Schüler mit externalisierenden Gefühls- und Verhaltensstörungen zu (Myschker, 2009), was nach Ahrbeck (2017) „daran [liegt], dass störendes Verhalten ein wichtiges Definitionsmerkmal dieser Gruppe ist" (ebd., S. 8). Darüber hinaus sorgen sich die Lehrkräfte darum, dass diese Lernenden geringe Aufmerksamkeit zeigen und, dass ihre (sozialen) Kompetenzen nur wenig ausgeprägt sind (Lindsay, 2007). Ferner sind nach Ellinger und Stein (2012) die Lehrkräfte damit überfordert, Lernende mit Gefühls- und Verhaltensstörungen geeignet zu fördern, ohne gleichzeitig die übrigen Lernenden aus dem Blick zu verlieren.

Darüber hinaus wirkt sich das Verhalten der Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen auf die Mitschülerinnen und Mitschüler aus (Myschker, 2009; Blumenthal et al., 2017). Hierbei werden nach Reicher (2010a) insbesondere die Teamarbeit und Kooperation als problematisch erlebt (vgl. auch Jenkins & O'Conner,

2003). Darüber hinaus zeigen diverse Studien auf, dass Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen weitaus weniger in sozialen Beziehungen eingebunden sind (von Salisch, 2008; Reicher, 2010a; Ellinger & Stein, 2012; Krull et al., 2014b; Krull et al., 2017; vgl. auch Abschnitt 3.5.1).

Ferner wirkt sich das Verhalten von Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen auch negativ auf die Lernenden selbst aus. „Die betroffenen Schüler folgen z.B. dem Unterricht weniger intensiv, zeigen eine geringe Leistungsmotivation und erzielen schwächere Leistungen als ihnen aufgrund ihrer kognitiven Fähigkeiten und ihres Vorwissens zuzutrauen wäre“ (Blumenthal et al., 2017, S. 123). Insbesondere kann die geringe Leistungsmotivation der Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen wiederum einen (negativen) Einfluss auf das Differenzierungsangebot der Lehrkraft haben (Ellinger & Stein, 2012), was sich wiederum negativ auf den Lernfortschritt der Lernenden auswirkt. Ferner zeigen Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen häufig auch Lernstörungen[14] (KMK, 2000; Myschker, 2009; Hennemann et al., 2017) bzw. nicht altersgemäß ausgeprägte sprachliche bzw. kommunikative Kompetenzen (Spreer & Glück, 2017). Darüber hinaus zeichnen sich diese Schülerinnen und Schüler in der Regel durch geringe soziale Kompetenzen aus (z.B. Steele, 2004).

Auch mit Bezug zum naturwissenschaftlichen Unterricht ergeben sich Schwierigkeiten für Lernende mit Gefühls- und Verhaltensstörungen: So führt Steele (2004) aus, dass Lernende mit Gefühls- und Verhaltensstörungen Schwierigkeiten mit dem Einhalten von Regeln haben, was sich wiederum negativ auf die Durchführung von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht auswirkt. In diesem Zusammenhang ergeben sich auch Schwierigkeiten dabei die Materialien für das Experiment geeignet zu organisieren und die Sicherheit beim Experimentieren zu gewährleisten (ebd.).

Sowohl aus Sicht der Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen selbst, der Mitschülerinnen und Mitschüler und auch aus Sicht der Lehrkräfte ist es folglich entscheidend geeignete Interventionen zur Reduzierung der Gefühls- und Verhaltensstörungen durchzuführen bzw. präventiv gegen das Entstehen von Gefühls- und Verhaltensstörungen vorzugehen, weil Sanktionen alleine nicht ausreichend sind (Methner & Popp, 2017). Dabei ist Prävention[15] nach Beelmann und Raabe (2007) wie folgt definiert:

> „Unter psychologischer Prävention [...] kann der systematische, das heißt theoretisch und empirisch begründete Versuch verstanden werden, mit psychologischen Mitteln Kompetenzen zu stärken, Risiken abzuschwächen und bereits anbahnende Negativentwicklung zu unterbrechen, um das Auftreten dauerhafter psychischer Probleme und Störungen zu verhindern und damit zu einer gesunden Entwicklung von Kindern und Jugendlichen beizutragen“ (ebd., S. 131).

Ausgangpunkt von Prävention ist die Erkenntnis, dass es Kinder und Jugendliche gibt, die trotz einer hohen Anzahl an Risikofaktoren (vgl. Abschnitt 3.1) keine Gefühls- und Verhaltensstörungen entwickeln (vgl. z.B. Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015)[16]. Dies wird auf das Vorliegen sogenannter Schutzfaktoren zurückgeführt (ebd.; Hennemann et al., 2017). Diese Schutzfaktoren lassen sich in soziale bzw. umweltbezogene und

[14] Nach Lauth et al. (2014) sind „Lernstörungen [...] nichts anderes als Minderleistungen beim absichtsvollen Lernen“ (ebd., S. 17). Dabei werden die gestellten Anforderungen von den Schülerinnen und Schülern trotz geeigneter Lernunterstützung nicht erreicht (ebd.).

[15] Prävention kommt vom lateinischen Wort *praevenire* und bedeutet zuvorkommen (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015; Hennemann et al., 2017).

[16] In diesem Fall spricht man von Resilienz (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015).

personale Faktoren unterteilen (ebd.). Soziale Ressourcen kann es sowohl innerhalb der Familie, im sozialen Umfeld und auch innerhalb der Schule geben (ebd.). Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse (2015) nennen auf Ebene der Familie z.B. stabile Bezugspersonen als Schutzfaktor. Soziale Ressourcen auf Ebene der Schule sind z.B. eindeutige Strukturen und klare Regeln, ein von Wertschätzung geprägtes Klassen- bzw. Schulklima, angemessene Leistungserwartungen, sowie positive Verstärkung. Ferner sind die Peers eine wichtige soziale Ressource (ebd.).[17] Hennemann et al. (2017) ergänzen darüber hinaus „eine positiv wahrgenommene Schulerfahrung sowie den Lehrer als positives Modell" (ebd., S. 38) als Schutzfaktor.

Auf Ebene der personalen Ressourcen unterscheiden Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse (2015) neben feststehenden kind-bezogenen Faktoren wie ein positives Temperament bzw. kognitiven Fähigkeiten sogenannte Resilienzfaktoren wie z.B. eine angemessene Selbstwahrnehmung, Selbstwirksamkeit und Selbststeuerung, soziale Kompetenzen, sowie Fähigkeiten zum Umgang mit Stress und Problemlösefähigkeiten.[18] Dabei erweist sich insbesondere eine angemessene bzw. altersgerechte soziale Kompetenz von Kindern und Jugendlichen seit Beginn der Erforschung von Schutzfaktoren als „konsequent und protektiv" (ebd., S. 50).

Prävention spielt im Hinblick auf das Erzeugen bzw. Stärken von Schutzfaktoren eine entscheidende Rolle, damit Gefühls- und Verhaltensstörungen gar nicht bzw. weniger stark ausgeprägt entstehen (Brezinka, 2003; Beelmann & Raabe, 2007; Wocken, 2013; Schmeinck & Hennemann, 2014; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015; Hennemann et al., 2017). Zusätzlich legitimieren sich präventive Maßnahmen aus dem schulischen Erziehungsauftrag heraus (Beelmann, 2008; Leidig & Hennemann, 2017). Leidig und Hennemann (2017) bzw. Hennemann et al. (2017) formulieren sogar, dass „eine erfolgreiche inklusive Schule in der Sekundarstufe I [...] eine präventive Schule" (Leidig & Hennemann, 2017, S. 117) ist. Insbesondere gilt es in diesem Zusammenhang alle Schülerinnen und Schüler frühzeitig zu testen, um sich anbahnende Gefühls- und Verhaltensstörungen rechtzeitig zu erkennen (Ahrbeck, 2017; Hennemann et al., 2017). Anschließend können präventiv entsprechende Kompetenzen gefördert und auf diese Weise Schutzfaktoren aufgebaut bzw. unterstützt werden (Schmeinck & Hennemann, 2014; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015; Leidig & Hennemann, 2017, Hennemann et al., 2017). Dabei profitieren nicht nur diejenigen Schülerinnen und Schüler unter erhöhten Risiken zur Entwicklung einer Gefühls- und Verhaltensstörung bzw. diejenigen, bei denen bereits eine solche Störung vorliegt, sondern alle Lernenden (Hennemann et al., 2017).

Präventive Maßnahmen können sich auf verschiedene Zielgruppen beziehen (Brezinka, 2003; Beelmann, 2008; Schmeinck & Hennemann, 2014; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015):

1) Universelle Maßnahmen richten sich an alle Kinder bzw. Jugendlichen einer Klasse, eines Jahrgangs oder einer Schule (ebd.).
2) Selektive Maßnahmen richten sich an Kinder und Jugendliche, die bestimmte Risikofaktoren wie z.B. einen niedrigen sozialen Status aufweisen (ebd.).
3) Indizierte Maßnahmen richten sich an Kinder und Jugendliche, bei denen bereits Gefühls- und Verhaltensstörungen vorliegen (ebd.).

[17] Ähnliche Kritieren findet man bei Hennemann et al. (2017).
[18] Ähnliche personale Ressourcen findet man bei Hennemann et al. (2017).

Nach Brezinka (2003) bzw. Beelmann (2008) bietet es sich an, präventive Maßnahmen – unabhängig davon, ob es universelle, selektive oder indizierte Maßnahmen sind – in der Schule durchzuführen. Ein Grund hierfür ist, dass aufgrund der Schulpflicht in der Schule viele Kinder mit präventiven Maßnahmen erreicht werden können (ebd.). Gleichzeitig sind Präventionsprogramme effektiver, wenn sie von den Lehrkräften der Schülerinnen und Schüler durchgeführt werden (Hennemann et al., 2017). Auch dies spricht für das Einbinden präventiver Maßnahmen in den Schulkontext. Insbesondere der Aufbau sozialer Kompetenzen gelingt nach Beelmann (2008) besonders gut im Schulsetting bzw. gemeinsam mit gleichaltrigen Schülerinnen und Schülern. Dies spricht für sozial-emotionales Lernen (SEL) (z.B. Reicher, 2010a) im Schulkontext.

Diese Form des Lernens wird im folgenden Abschnitt begründet, näher erläutert und auf seine Wirksamkeit hin beschrieben.

Zusammenfassung:

Weil alle Schülerinnen und Schüler bedingt durch die Schulpflicht in Deutschland die Schule besuchen, ist sie der ideale Ort für präventive Maßnahmen (Brezinka, 2003; Beelmann, 2008) bzw. die Förderung von personellen Schutzfaktoren (wie z.B. sozialen Kompetenzen) oder sozialen Schutzfaktoren (wie z.B. angemessenes Klassenklima, soziale Integration möglichst aller Beteiligten) – vgl. Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse (2015).

Diese präventiven Maßnahmen können sich sowohl auf alle Lernenden beziehen (universelle Prävention), auf einen Teil der Schülerinnen und Schüler bei denen Risikofaktoren vorliegen (selektive Maßnahmen) bzw. einzelne Lernende, die bereits manifestierte Gefühls- und Verhaltensstörungen aufweisen (indizierte Prävention) (Brezinka, 2003; Beelmann, 2008; Schmeinck & Hennemann, 2014; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015).

3.4 Sozial-emotionales Lernen

3.4.1 Sozial-emotionales Lernen in der Schule

Nach Beelmann (2008) steht die unbedingte Erfüllung der Kernlehrpläne in der Schule einer expliziten Förderung sozial-emotionaler Kompetenzen im Weg. „Schülerinnen und Schüler kennzeichnet [... jedoch] nicht nur fachlicher Entwicklungsbedarf“ (Thamm et al., 2019, S. 195). Nicht nur für Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen, sondern auch alle anderen Lernenden profitieren dabei explizit von einer Förderung sozial-emotionaler Kompetenzen (z.B. Urban & Leidig, 2017; Konrad & Traub, 2019): Soziale Kompetenzen[19] gelten darüber hinaus als einer der Schutzfaktoren,

[19] Hierbei wird Soziale Kompetenz im Sinne von Beelmann (2017) wie folgt definiert:

> „Soziale Kompetenz kann [...] als ein übergeordnetes (und offenes) Konstrukt begriffen werden, in dem unterschiedliche sozial-kognitive, emotionale und verhaltensbezogene Fähigkeiten integriert werden (können), die in einer breiten Palette von sozialen Situationen und Kontexten kurz- und langfristig für eine gelungene Sozialentwicklung und Gestaltung von befriedigenden sozialen Beziehungen von Bedeutung sind“ (ebd., S. 5).

die ein Auftreten von Gefühls- und Verhaltensstörungen vermeiden können (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015) und sollten folglich präventiv gefördert werden (z.B. Leidig et al., 2020). Gefühls- und Verhaltensstörungen können darüber hinaus durch eine systematische Förderung emotionaler und sozialer Kompetenzen reduziert werden (ebd.). Wenn in der Schule sowohl akademische als auch emotionale und soziale Kompetenzen gefördert werden, kann dies zusätzlich „die individuellen Chancen der Teilhabe verbessern" (Reicher, 2010a, S. 101). Ferner kann der Erwerb fachlicher Kompetenzen durch stärker ausgeprägte soziale Kompetenzen explizit unterstützt werden (Zins et al., 2004; Reicher, 2010a; Schwab & Elias, 2015; Weissberg et al., 2017; Thamm et al., 2019).

Gleichzeitig gilt die (präventive) Förderung emotionaler und sozialer Kompetenzen als eine der Gelingensbedingungen der Inklusion (Reicher, 2010a, Hennemann et al., 2017) und wird daher explizit gefordert: Die European Agency (2014) beispielsweise formuliert für die Kompetenzen inklusiv arbeitender Lehrkräfte:

> „Lehrkräfte haben hohe Erwartungen an die Leistungen aller Lernenden. Die Kompetenzbereiche innerhalb dieses Grundwertes beziehen sich auf: Förderung des akademischen, praktischen, sozialen und emotionalen Lernens aller Lernenden" (ebd., S. 19).

Auch diese Aussage zeigt, dass sich Lehrkräfte in ihrem Unterricht nicht nur auf das fachliche Lernen konzentrieren sollen, sondern vielmehr auch soziale und emotionale Kompetenzen in den Blick nehmen und fördern müssen. Ähnliche Aussagen findet man auch im Beschluss der KMK (2011) zur inklusiven Bildung, wobei hier sogar eine explizite Verknüpfung fachlicher und entwicklungsbezogener Kompetenzen gefordert wird. Auch der allgemeine Erziehungsauftrag der Schulen (MSB, 2019b) beinhaltet die bewusste Förderung emotionaler und sozialer Kompetenzen (vgl. auch Beelmann, 2008; Leidig & Hennemann, 2017; Reicher & Matischek-Jauk, 2018; Leidig, 2019; Leidig et al., 2020), wobei das MSB (2015) für Nordrhein-Westfalen formuliert, dass die

> „Schülerinnen und Schüler [...] über personale, soziale und überfachliche Kompetenzen, wie sie in Schulgesetz, Richtlinien, weiteren Vorgaben zu pädagogischen und gesellschaftliche bedeutenden Aufgabenbereiche der KMK Vereinbarungen aufgeführt wird" (ebd., S. 12).

verfügen sollen.

Vor diesem Hintergrund bietet sich sozial-emotionales Lernen (kurz: SEL) in der Schule an[20]. Dabei wird SEL nach Schwab und Elias (2015) beschrieben als „process of gaining competences and intrinsic motivation for emotional self-awareness and self-regulation, for safe and responsible behavior and for assertive, empathic, and skillful social interaction" (ebd., S. 95). Insbesondere wird beim SEL der Erwerb fachlicher Kompetenzen nicht vernachlässigt, sondern bewusst integriert (Klippert, 2001; Zins et al., 2004; DUK, 2009;

Mögliche Teilkompetenzen sozialer Kompetenz, die insbesondere beim SEL gefördert werden können bzw. sollen, findet man z.B. bei Caldarella und Merrell (1997), Beelmann (2008), Weissberg et al. (2015), Leidig und Hennemann (2017) oder CASEL (2020).

[20] Ähnlich wie zur Begründung präventiver Maßnahmen lässt sich auch SEL besonders gut in das Setting Schule integrieren. Begründungen findet man z.B. bei Beelmann (2008), Schmeinck und Hennemann (2014) oder Reicher und Matischek-Jauk (2018).

Reicher, 2010a; Schwab & Elias, 2015; Weissberg et al., 2015; Leidig & Hennemann, 2017; Reicher & Matischek-Jauk, 2018; Leidig, 2019; CASEL, 2020; Leidig et al., 2020). Dabei findet SEL nach Zins et al. (2004) bzw. Reicher (2010a) auf zwei verschiedenen Ebenen statt: 1) systematische Förderung von sozial-emotionalen Kompetenzen der Selbstwahrnehmung und -regulation, der Fremdwahrnehmung, der Kooperation und einer verantwortungsvollen Entscheidungsfindung (Zins et al., 2004; Reicher, 2010a) und 2) der Entwicklung von geeigneten Lernumgebungen mit den Eigenschaften „safe, caring, cooperative, well-managed, particpatory" (Reicher, 2010a, S. 42) – vgl. auch Zins et al. (2004) bzw. Weissberg et al. (2015).

Reicher (2010b) unterscheidet vier verschiedene Formen des SEL: (1) *curricular-based SEL programs*, (2) *Infusion of SEL into the regular curriculum*, (3) *Teaching techniques* und (4) *service learning* (ebd.) (vgl. auch Weissberg, 2017; Leidig, 2019; Leidig et al., 2020). Auch wenn in dieser Arbeit nur näher auf die Formen (2) und (3) – für (3) siehe Abschnitt 4.1 – eingegangen wird[21], gilt es zu bemerken, dass die vier genannten Formen keine individuellen Strategien darstellen, sondern einander ergänzen (können) (Leidig, 2019; Leidig et al., 2020).

Die Integration von SEL in den Fachunterricht (Form 2) ist nach Schwab und Elias (2015) dabei besonders effektiv, weil es gegenseitige Synergieeffekte von SEL und akademischem Lernen gibt (vgl. auch CASEL, 2020). Gleichzeitig ist nach Schmeinck und Hennemann (2014) bzw. Hennemann et al. (2017) eine durchgängige Integration von SEL in den Unterricht sogar nur dann möglich, wenn SEL explizit in den Fachunterricht integriert wird. Dabei gilt es SEL bei der Planung des Unterrichts zu berücksichtigen bzw. systematisch mitzuplanen (Kahlert & Heimlich, 2012; Wember, 2013; Leidig & Hennemann, 2017, Hennemann et al., 2019, Leidig et al., 2020), wobei eine theoretische Fundierung unumgänglich ist (Durlak et al., 2011; Leidig et al., 2020). Zusätzlich sollte SEL auch „eingebettet in den Gesamtrahmen ‚nebenbei' stattfinden" (Leidig & Hennemann, 2017, S. 107).

Diverse Meta-Studien (z.B. Durlak et al., 2011; Sklad et al., 2012) zeigen auf, dass soziale und emotionale Kompetenzen im Sinne des SEL in der Schule gefördert werden können, wobei diese schulbezogenen Interventionen zu starken Effekten im Bereich emotional-sozialer Kompetenzen (Wissen) (Durlak et al., 2011: Effektstärke 0,57, Sklad et al., 2012: Effektstärke 0,7) führen. Für den Aufbau bzw. die Förderung prosozialen Verhaltens geben die internationalen Metastudien Effektstärken von 0,22 (Durlak et al., 2011) bzw. 0,39 (Sklad et al., 2012) an. Gleichzeitig haben die einbezogenen Interventionsprogramme positive Auswirkungen auf die akademische Leistung (ermittelt über standardisierte Lese- und Mathematik-Testverfahren) der Lernenden (Durlak et al., 2011: Effektstärke 0,27; Sklad et al., 2012: Effektstärke 0,46). In einem Review von fünf verschiedenen Meta-Studien (inklusive der Meta-Analysen von Durlak et al. (2011) und Sklad et al. (2012)) zum SEL zeigen Gutman und Schoon (2015) ebenfalls auf, dass sich SEL positiv auswirkt. Insbesondere zitieren die Autoren die folgende Aussage aus der Meta-Studie von Payton et al. (2008):

> „Comparing results from these reviews to findings obtained in reviews of interventions by other research teams suggest that SEL programms are among the most successful youth-development programms offered to school-age youth" (ebd., S. 4).

[21] Beispiele für (1) im deutschsprachigen Raum findet man z.B. bei Hennemann et al. (2017, S. 128ff).

Gleichzeitig führen Gutman und Schoon (2015) jedoch auch das Problem an, dass alle der untersuchten Meta-Studien jeweils eine Vielzahl verschiedener Teilaspekte einbeziehen.

Meta-Studien aus dem deutschsprachigen Raum zeigen geringere Effekte im Bereich der Förderung emotionaler und sozialer Kompetenzen (Wissen) (Beelmann, 2014, Effektstärke 0,16; Hövel et al., 2019, Effektstärke 0,32). Auch für schulische Fertigkeiten (0,23; Hövel et al., 2019) und Wissen (0,44; Beelmann et al., 2014) konnten Effekte von SEL nachgewiesen werden.[22] Es ergeben sich darüber hinaus unterschiedliche Effektstärken für universelle – 0,21 (Beelmann et al., 2014) bzw. 0,11 (Hövel et al., 2019) –, selektive – 0,47 (Beelmann et al., 2014) bzw. 0,29 (Hövel et al., 2019) – und indizierte – 0,41 (Beelmann et al., 2014) bzw. 0,39 (Hövel et al., 2019) Maßnahmen. Dabei sind je nach Meta-Studie entweder indizierte Maßnahmen oder selektive Maßnahmen erfolgreicher. In beiden Fällen sind jedoch die geringsten Effektstärken bei universellen Maßnahmen zu erwarten (Beelmann et al., 2014; Hövel et al., 2019).

3.4.2 Möglichkeiten der Unterrichtsplanung im inklusiven (Physik-) Unterricht

In der Literatur existieren eine Vielzahl an Möglichkeiten für die Gestaltung von (Physik-)Unterricht in stark heterogenen bzw. inklusiven Lerngruppen (Kahlert & Heimlich, 2012; Sasse & Schulzeck, 2013), wobei

> „Unterricht [...] als ein Interaktionsgeschehen zwischen Lehrenden und Lernenden verstanden werden [kann], in dem Lernaktivitäten von Schülerinnen und Schülern durch spezifische Lehraktivitäten (von Lehrpersonen) angeregt und unterstützt werden“ (Herzig, 2014, S. 9).

In heterogenen bzw. inklusiven Lerngruppen gilt es den Unterricht so zu planen bzw. zu gestalten, dass er die Ansprüche aller Lernenden berücksichtigt (GFD, 2015; Musenberg & Riegert, 2015). In diesem Sinne ist Heterogenität sowohl als Bereicherung, aber auch als Herausforderung im Rahmen der Unterrichtsplanung bzw. – durchführung zu verstehen (Musenberg & Riegert, 2015). In den folgenden Abschnitten werden einige Möglichkeiten zur Unterrichtsplanung in heterogenen bzw. inklusiven Lerngruppen knapp beschrieben und insbesondere daraufhin überprüft, ob sie neben dem Erwerb von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen auch fächerübergreifende Kompetenzen bzw. den Erwerb sozial-emotionaler Kompetenzen explizit berücksichtigen.

3.4.2.1 Universal Design for Learning

Das *Universal Design for Learning* (kurz UDL) ist eine Möglichkeit zur Gestaltung von Unterricht, wobei möglicherweise auftretende Barrieren bereits proaktiv, d.h. vor Beginn des Unterrichts, antizipiert und vermieden werden (Fisseler & Markmann; Novak, 2016; Schlüter et al., 2016)[23]. Dabei ist UDL nach dem Higher Education Opportunity Act (2008) wie folgt definiert:

[22] Für die Reduzierung externalisierender Verhaltensweisen nennen Beelmann et al. (2014) eine Effektstärke von 0,21.

[23] Man beachte, dass es zum jetzigen Zeitpunkt keine Studien gibt, die UDL in seiner Gesamtheit evaluieren (Schlüter et al., 2016).

„The term ‚universal design for learning' means a scientifically valid frame for guiding educational practice that -

(A) provides flexibility in the ways information is presented, in the ways students respond or demonstrate knowledge and skills, and in the ways students are engaged; and

(B) reduces barriers in instruction, provides appropriate accommodations, supports, and challenges and maintains high achievement expectations for all students including students with disabilities and students who are limited English proficient" (ebd., 122 STAT.3088 (24)).

a Biete multiple Mittel der Repräsentation von Informationen.	b Biete multiple Mittel der Verarbeitung von Informationen und der Darstellung von Lernergebnissen.	c Biete multiple Möglichkeiten der Förderung von Lernengagement und Lernmotivation.
1. Biete Wahlmöglichkeiten bei der Perzeption.	4. Ermögliche unterschiedliche motorische Handlungen.	7. Biete variable Angebote zum Wecken von Lerninteresse.
2. Biete Wahlmöglichkeiten bei der sprachlichen und symbolischen Darstellung.	5. Biete Möglichkeiten im Bereich der Beherrschung instrumenteller und darstellender Fertigkeiten.	8. Gib Gelegenheit für unterstützte konzentrierte Anstrengung und ausdauerndes Lernen.
3. Biete Wahlmöglichkeiten beim Verstehen von Informationen.	6. Biete Wahlmöglichkeiten zur Unterstützung exekutiver Funktionen.	9. Biete Möglichkeiten und Hilfen für selbstreguliertes Lernen.

Tabelle 3: Kurzform der Kriterien des UDL. Formulierungen übernommen aus Schlüter et al. (2016).

Entsprechend Teil (A) der obigen Definition geht es beim UDL somit um die Art und Weise wie Informationen den Lernenden zur Verfügung gestellt werden, wie die Informationen verarbeitet und präsentiert werden und wie das Lernengagement der Lernenden gesteigert bzw. aufrechterhalten werden kann (ebd., vgl. auch Fisseler & Markmann, 2012; Novak, 2016; Schlüter et al., 2016). Somit gibt es für die Unterrichtsgestaltung mit dem UDL drei, auf neurowissenschaftlichen Erkenntnissen basierende, Leitlinien.[24] Diese Kriterien sind in Tabelle 3 dargestellt.

Zu beachten ist, dass es sich beim UDL nicht um eine Checkliste handelt, die bei der Vorbereitung des Unterrichts einfach abgearbeitet werden kann bzw. soll (Novak, 2016). Dennoch sollten möglichst viele Kriterien in einer Lernumgebung erfüllt sein (Fisseler & Markmann, 2012; Novak, 2016; Schlüter et al., 2016). Gleichzeitig ist zu beachten, dass im Sinne des UDL im inklusiven (Physik-)Unterricht „keine spezifischen Anpassungen für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf gemacht [werden], sondern allen Schülerinnen und Schülern wird eine Vielzahl an Möglichkeiten angeboten" (Schlüter et al., 2016, S. 280). Folglich kommt eine unter den Leitlinien des UDL entwickelte Lernumgebungen allen Schülerinnen und Schülern zugute (ebd.).

Für den inklusiven Physikunterricht entwickelten Türck et al. (2018) im Sinne des UDL eine Unterrichtsreihe zur Thematik *Licht trifft auf Körper*. Inwiefern bzw. wie die einzelnen UDL-Prinzipien aus Tabelle 3 erfüllt wurden, ist übersichtlich in Tabelle 4 dargestellt. Die Ergebnisse von Türck et al. (2018) zeigen, dass die Lernenden die Gestaltung der

[24] Nach Fisseler und Markmann (2012) bzw. Novak (2016) unterscheidet man zwischen dem Wahrnehmungsnetzwerk zum Erkennen von Informationen, dem Netzwerk, dass die Handlungen steuert und einem Netzwerk für Emotionen.

Unterrichtsmaterialien positiv wahrgenommen haben. Insbesondere bezeichneten sowohl Schülerinnen und Schüler mit und ohne diagnostiziertem sonderpädagogischem Förderbedarf die Materialien als hilfreich (ebd.).[25]

	UDL-Prinzip	Umsetzung in der Lernumgebung (Gestaltungsmerkmale) Die Lernumgebung enthält ...
1	Multiple Mittel der Repräsentation von Informationen.	- ein Experiment, das Lernen mit verschiedenen Sinnen ermöglicht. - Fotos, Bilder und Symbole. - Hilfen zum Lesen von Aufgabenstellungen (Symbole, Systemglossar). - kontrastreiche Darstellungen. - eine größere Schriftgröße als üblich.
2	Multiple Mittel der Verarbeitung von Informationen und der Darstellung von Lernergebnissen.	- Wahlmöglichkeiten beim Antwortformat. - Hilfen zum Erstellen einer Antwort.
3	Multiple Mittel der Förderung von Lernengagement und Lernmotivation.	- authentische Experimentieraufgaben, die Lernen durch Handeln ermöglichen. - eine strukturierte, übersichtliche Darstellung sowie Begrenzung gleichzeitig dargestellter Informationen. - Hilfen zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit. - kooperative Tätigkeiten in einer Kleingruppe.

Tabelle 4: UDL-Prinzipien bei Türck et al. (2018) (Tabelle entnommen).

3.4.2.2 Differenzierungsmatrix

In Anlehnung an die Lernstrukturgitter von Kutzer (1982) entwickelten Sasse und Schulzeck (2013) die Differenzierungsmatrix als Instrument zur Unterrichtsplanung und -durchführung.

Bei der Differenzierungsmatrix handelt es sich um eine tabellarische Darstellung, wobei die Spalten der Matrix von links nach rechts thematisch komplexer und die Zeilen von unten nach oben kognitiv komplexer werden (ebd.). Dabei werden in den Zeilen die „Handlungen immer weniger gegenständlich und [erhalten] zunehmend abstrakteren Charakter“ (ebd., S. 19).

Mit Hilfe von Differenzierungsmatrizen ist eine Differenzierung[26] der Komplexität über drei Vorgehensweisen möglich (Sasse & Schulzeck, 2013): (1) Erhöhung der thematischen Komplexität bei gleichzeitiger Beibehaltung der kognitiven Komplexität, (2) Erhöhung der kognitiven Komplexität bei gleichzeitiger Beibehaltung der thematischen Komplexität und (3) Erhöhung von thematischer und kognitiver Komplexität (ebd.). Gleichzeitig kann bei Schwierigkeiten auf Seiten der Lernenden die kognitive oder thematische Komplexität verringert werden (ebd.). Durch Bearbeiten der Inhalte füllen die Lernenden nach und nach die Differenzierungsmatrix (teilweise) aus (ebd.). Sie dient als Übersicht und als Dokumentationsmittel für die Lernenden und gleichzeitig als Grundlage der Leistungsbewertung und Unterrichtsvorbereitung auf Seiten der Lehrkraft (ebd.).

[25] Bei den Ergebnissen muss berücksichtigt werden, dass die Anzahl der Teilnehmerinnen bzw. Teilnehmer sehr gering ist.

[26] Unter Differenzierung wird nach Carle (2017) das „parallele Angebot von Lernarrangements für verschiedene Lernausgangslagen“ (ebd., S. 46) verstanden.

Die bisher beschriebenen Planungsmodelle fokussieren schwerpunktmäßig auf den Erwerb von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, auch wenn das UDL kooperative Lernformen fordert und entsprechend z.B. die Kooperationsfähigkeit in den Blick nimmt (Novak, 2016). Thamm et al. (2019) formulieren jedoch, dass es kritisch hinterfragt werden muss, ob in derartigen rein fachlichen Planungsmodellen beispielsweise soziale Kompetenzen überhaupt gefordert werden können: „Phänomene wie beispielsweise Lernstrategien, kognitive Flexibilität, Impulskontrolle, Beziehungsfähigkeit und Selbstwahrnehmung werden in fachlichen Modellen aus dem Zentrum des unterrichtlichen Planungshandels genommen“ (Thamm et al., 2019, S. 195) und auf diese Weise nur implizit berücksichtigt. Daher werden im Folgenden zwei Modelle vorgestellt, die fachliche und emotionale bzw. soziale Kompetenzen im Rahmen der Unterrichtsplanung miteinander explizit in Verbindung setzten (vgl. auch Ferreira-González et al., 2018).

→ Kognitive Komplexität →			
	abstrakt	...	...
	Symbolische Ebene / Darstellung	...	...
	Vollständig vorstellende Handlung	...	...
	Teilweise vorstellende Handlung	...	...
	anschaulich/praktische Handlung	...	...
	→ Thematische Komplexität →		

Abbildung 2: Allgemeine Darstellung einer Differenzierungsmatrix nach Sasse und Schulzeck (2013).

3.4.2.3 Inklusionsdidaktische Netze

Eine Möglichkeit, um sowohl fachliche als auch emotionale und soziale Kompetenzen bzw. allgemeiner sogenannte Entwicklungsbereiche und Entwicklungsaspekte bei der Unterrichtsplanung zu berücksichtigen, sind die inklusionsdidaktischen Netze nach Kahlert und Heimlich (2012). Darüber hinaus sollen bei der Unterrichtsplanung mit inklusionsdidaktischen Netzen die fachlichen Kompetenzen explizit mit der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler verknüpft werden (ebd.; Ferreira-González et al., 2018).

Bei Planung des Unterrichts mit Hilfe von inklusionsdidaktischen Netzen nutzt man ein dreischrittiges Vorgehen (ebd.): In einem ersten Schritt werden die in den Kernlehrplänen genannten Kompetenzen mit der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler verbunden, indem Bezugspunkte zueinander gesucht und übersichtlich in einem Grundschema (vgl. Abbildung 3) dargestellt werden (ebd.). In einem zweiten Schritt werden passende Entwicklungsaspekte ergänzt und in die Entwicklungsbereiche einsortiert (vgl. Abbildung 3, ebd.). Auf diese Weise werden eine Vielzahl an Ideen zur Verknüpfung zwischen den „lebensweltlichen und fachlichen Potenziale[n]“ (Kahlert & Heimlich, 2012, S. 181) und dem Entwicklungsbereich sichtbar (vgl. auch Ferreira-González et al., 2018). In einem

letzten Schritt wird ausgehend von diesem inklusionsdidaktischen Netz der Unterricht für eine konkrete Lerngruppe geplant, indem zur Lerngruppe passende Verknüpfungen ausgewählt werden.

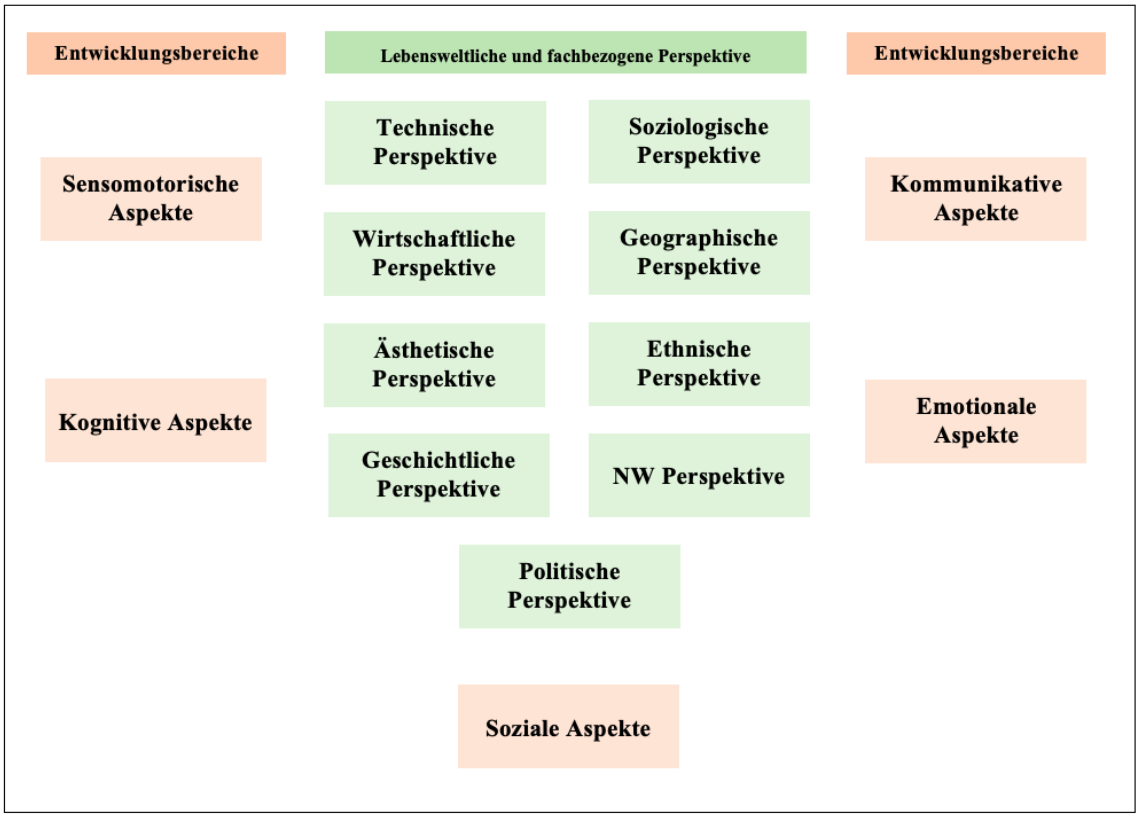


Abbildung 3: Grundschema eines inklusionsdidaktischen Netzes nach Kahlert und Heimlich (2012).

3.4.2.4 Mit dem Modell dualer Unterrichtsplanung inklusiven Physikunterricht gestalten

Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung im (Physik-)Unterricht ist in der Regel der sogenannte Bildungsauftrag (vgl. z.B. Urban & Leidig, 2017; Ferreira-González et al., 2018; Küpper et al., 2019a). Dies beinhaltet: „

1) die Auswahl des Unterrichtsgegenstandes auf der Grundlage von Bildungsstandards, Kernlehrplänen und Schulcurricula unter Berücksichtigung der Erkenntnisse der Fachwissenschaft und –didaktik,
2) die Bestimmung des Kompetenzbereiches und des Inhaltsfeldes,
3) die Formulierung von Kompetenzerwartungen,
4) die Auswahl von Teilaspekten auf der Basis von Lernvoraussetzungen und die Formulierung fachlicher Ziele“ (Küpper et al., 2019a, S. 27).

Neben diesem Bildungsauftrag ist es insbesondere in einem inklusiven (Physik-)Unterricht notwendig emotionale und soziale Kompetenzen bzw. allgemeiner sogenannte Entwicklungsbereiche und Entwicklungsaspekte („Entwicklungsauftrag“) – eine Übersicht

über die Entwicklungsbereiche findet man z.B. bei Flott-Tönjes et al. (2017) – explizit und vor allem bewusst zu fördern. Hierbei sollten nach Schwab und Elias (2015) emotionale und soziale Kompetenzen nicht isoliert vom Bildungsauftrag, sondern integriert in den regulären Fachunterricht als Verknüpfung von Bildungs- und Entwicklungsauftrag gefördert werden. Einen ähnlichen Vorschlag findet man im Beschluss der Kultusministerkonferenz zur *Inklusiven Bildung von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen in Schulen* (KMK, 2011): „Die Lehrkräfte haben die Aufgabe [...] die in den Lehrplänen beschriebenen Ziele und Kompetenzen [Bildungsauftrag] mit den individuellen Bildungs- und Erziehungszielen [Entwicklungsauftrag] auch unter Einsatz von Unterstützungsmaßnahmen zu verknüpfen“ (ebd., S. 8).

Eine Möglichkeit diese von Schwab und Elias (2015) bzw. in den KMK-Standards geforderte Verknüpfung praktisch zu realisieren ist das Modell dualer Unterrichtsplanung (Albers et al., 2010; Schmeinck & Hennemann, 2014; Urban & Leidig, 2017; Leidig & Hennemann, 2017; Flott-Tönjes et al., 2017;, Thamm et al., 2019, Hennemann et al., 2019; für den naturwissenschaftlichen Unterricht: Münchhalfen et al., 2016, Ferreira-González et al., 2018, Küpper et al., 2019a). Hierbei handelt es sich „um ein variables Planungsinstrument“ (Urban & Leidig, 2017, S. 9), bei dem das Fach- und Entwicklungsanliegen als gleichwertig betrachtet werden, sinnvoll miteinander verknüpft sind und sich gegenseitig ergänzen (Albers et al., 2010, Schmeinck & Hennemann, 2014, Urban & Leidig, 2017, Leidig & Hennemann, 2017, Flott-Tönjes et al., 2017, Thamm et al., 2019, Hennemann et al., 2019; für den naturwissenschaftlichen Unterricht: Münchhalfen et al., 2016, Ferreira-González et al., 2018, Küpper et al., 2019a) – siehe Abbildung 4.

Diese Verknüpfung zwischen Bildungs- und Entwicklungsauftrag kann sowohl aus einer thematischen bzw. inhaltlichen Überschneidung als auch einer methodischen Überschneidung resultieren (Urban & Leidig, 2017; Leidig & Hennemann, 2017; Hennemann et al., 2019). Hierbei gibt es grundsätzlich die Möglichkeit, dass die Verknüpfung im Sinne einer „Entwicklungsorientierung“ (Thamm et al., 2019, S. 197) – man startet mit dem Entwicklungsanliegen und erweitert dieses um ein Fachanliegen – oder einer „Fachorientierung“ (ebd.) – man startet mit dem Fachanliegen und erweitert dieses um ein Entwicklungsanliegen – erfolgt (Flott-Tönjes et al., 2017, Urban & Leidig, 2017, Thamm et al., 2019, Ferreira González et al., 2018). Dabei wird die Entwicklungsorientierung im inklusiven Unterricht eher die Ausnahme sein (Ilm et al., 2018), da der Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung für die Lehrkräfte die Kernlehrpläne bzw. Schulcurricula sind, in denen der Bildungsauftrag und nicht der Entwicklungsauftrag detailliert genannt sind (vgl. z.B. MSB (2013)). Eine Ausnahme hierbei stellen inhaltliche Überschneidungen von Bildungs- und Entwicklungsauftrag dar.

Folglich wird im Schulalltag – insbesondere, wenn keine Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen an der Unterrichtsplanung beteiligt sind – ein dual geplanter Unterricht, wenn er überhaupt stattfindet, eher im Sinne der Fachorientierung entwickelt werden. In diesem Sinne lässt sich das Modell dualer Unterrichtsplanung auch als *Infusion of SEL into the regular curriculum* (Reicher, 2010b) verstehen (vgl. z.B. Urban & Leidig, 2017; Leidig, 2019; Leidig et al., 2020).

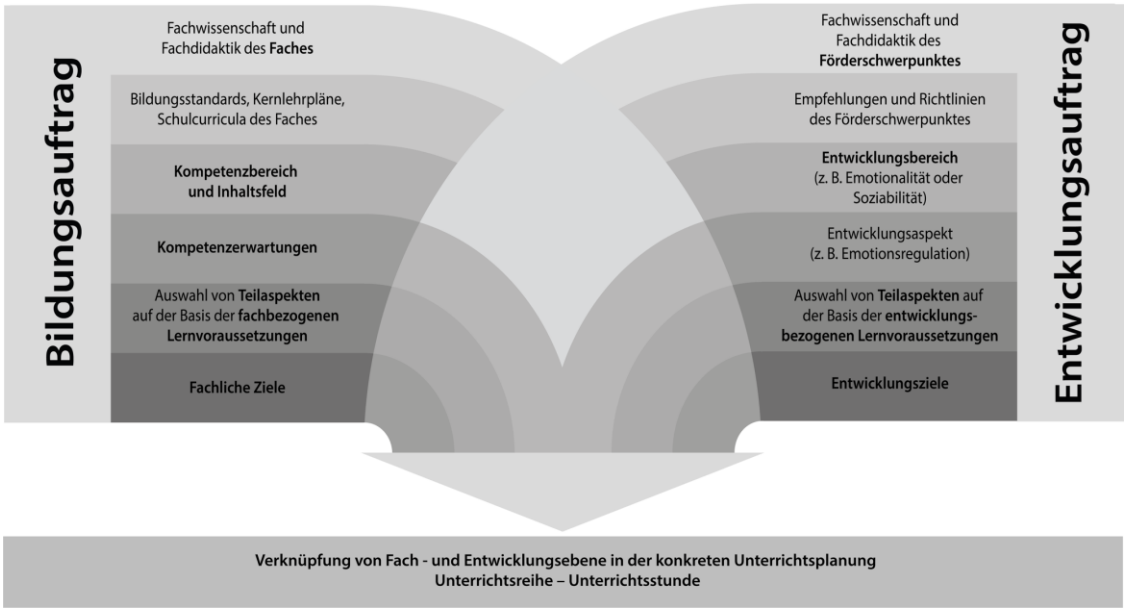


Abbildung 4: Die Verknüpfung von Bildungs- und Entwicklungsauftrag im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung (entnommen aus Küpper et al., 2019a).

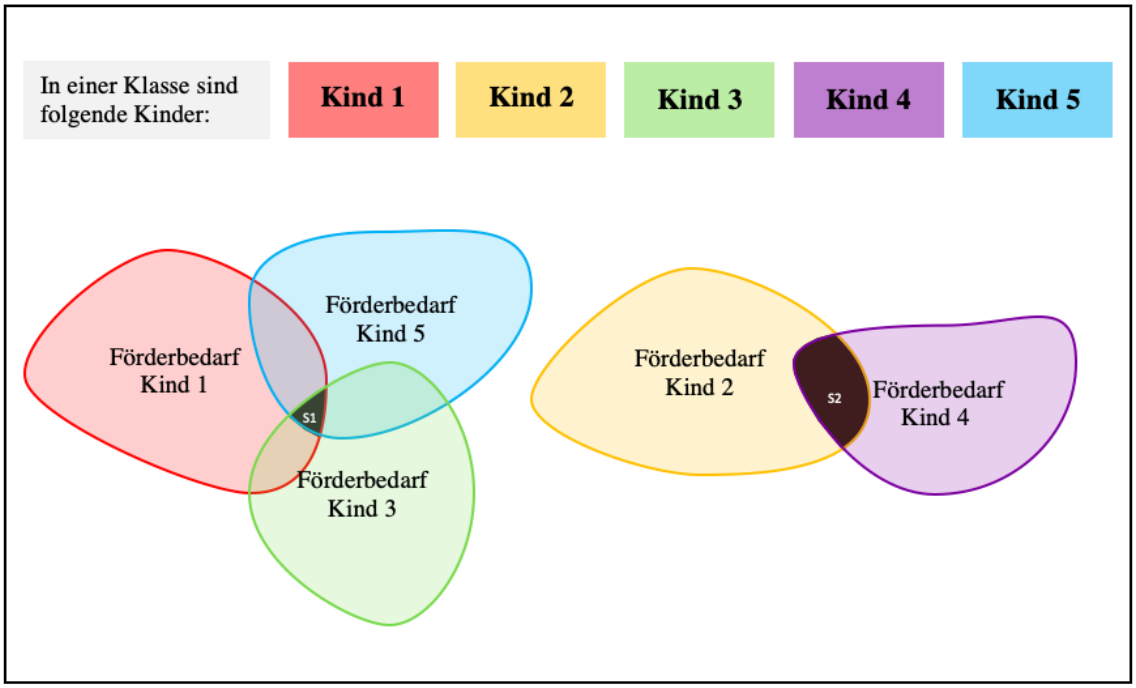


Abbildung 5: Identifikation von (gemeinsamen) Entwicklungsaspekten im inklusiven Unterricht in Anlehnung an Flott-Tönjes et al. (2017).

Während sich das Fachanliegen in der Regel direkt aus den Kernlehrplänen (vgl. z.B. MSB, 2008a; MSB, 2013) bzw. den Schulcurricula ergibt, sind die konkreten Förderbedarfe der Schülerinnen und Schüler der Ausgangspunkt des Entwicklungsauftrags (Albers et al., 2010, Flott-Tönjes et al., 2017). Hierbei ist es aus organisatorischen Gründen in der Regel nicht möglich verschiedene Entwicklungsbereiche für verschiedene Schülerinnen und Schüler gleichzeitig in einer Unterrichtsreihe zu realisieren (ebd.). Stattdessen wird ein (gemeinsamer) Aspekt in den Fokus gerückt (ebd., vgl. Abbildung 5). Auf diese Weise findet – auch unabhängig von diagnostizierten sonderpädagogischen Förderbedarfen und

unter Berücksichtigung der vorhandenen Förderbedarfe aller Lernenden – eine Förderung aller Schülerinnen und Schüler statt (Urban & Leidig, 2017).

Ilm et al. (2018) kritisieren diese Vorgehensweise: „Die Orientierung an den Entwicklungsbereichen, aus denen ein Förderanliegen entwickelt wird, widerspricht unserer Sicht nach dem Primat der Individualisierung. Wie kann individualisierte Diagnostik und Förderung möglich werden, wenn eine ganze Schulklasse zum Beispiel in der Selbstständigkeit gefördert wird?“ (ebd., S. 543). Diese Aussage lässt sich entkräften, wenn das Modell dualer Unterrichtsplanung nicht nur als reaktives, sondern auch als präventives Planungsmodell verstanden wird.

Wenn der (Physik-)Unterricht dual geplant wird, lassen sich Entwicklungsbereiche nicht innerhalb einer einzelnen Unterrichtsstunde geeignet fördern (Flott-Tönjes et al., 2017). Entsprechend müssen „sämtliche Zielsetzungen, die die Verhaltenssteuerung und Erziehung im weitesten Sinne betreffen, [...] im Unterricht über einen mittel- oder langfristigen zielgeleiteten Kompetenzaufbau gefördert werden. Sie können nicht auf einzelne Maßnahmen reduziert werden.“ (Thamm et al., 2019, S. 195). Folglich lassen sich Entwicklungsbereiche bzw. –aspekte nur in ganzen Unterrichtsreihen bzw. sogar reihenübergreifend fördern.

Das Modell dualer Unterrichtsplanung entstammt ursprünglich der zweiten Phase der Sonderpädagogik-Lehrerausbildung in Nordrhein-Westfalen (Albers et al., 2010, Flott-Tönjes et al., 2017). Zum jetzigen Zeitpunkt liegen eine Reihe an dual geplanten konzeptionellen Unterrichtsentwürfen (z.B. Münchhalfen et al., 2016, Urban & Leidig, 2017, Ferreira-González et al., 2018, Küpper et al., 2019a) im deutschsprachigen Raum vor, die sowohl inhaltliche, als auch methodische Verknüpfungen nutzen (vgl. auch Leidig et al., 2020). Gleichzeitig wird im Schulalltag nach Leidig und Hennemann (2017) das Potential der systematischen Verknüpfung von Fach- und Entwicklungsanliegen noch nicht ausreichend genutzt. Unterdessen stellt die wissenschaftliche Überprüfung dieses Modells zur verknüpften Förderung von Bildungs- und Entwicklungsauftrag noch ein Forschungsdesiderat dar (Schlüter et al., 2016; Urban & Leidig, 2017; Ferreira González et al., 2018). Die wenigen existenten Evaluationsstudien (vgl. Leidig et al., 2020) zum dual geplanten Biologieunterricht (Ferreira González et al., 2019a) bzw. Deutsch- und Sachunterricht (Urban et al., 2020) weisen Effekte im Bereich der Förderung emotionaler bzw. sozialer Kompetenzen nach; sie erheben jedoch nicht die auf das jeweilige Fach bezogenen, akademischen Kompetenzen. Folglich fokussieren die Arbeiten aus forschungsmethodologischer Sicht eher auf die Förderung emotionaler und sozialer Kompetenzen im Fach und nicht auf die gleichzeitige Förderung von Fach- und Entwicklungsanliegen. Diese Arbeit soll hier Abhilfe schaffen und untersucht, inwiefern sich die Selbstständigkeit, Kooperationsfähigkeit und soziale Integration von Schülerinnen und Schülern im inklusiven, dual geplanten, Physikunterricht gemeinsam mit Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen fördern lassen. Begründungen für die Förderung von sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit werden im folgenden Abschnitt gegeben.

Zusammenfassung:

Unter sozial-emotionalem Lernen (kurz SEL) versteht man den Erwerb sozialer und emotionaler Kompetenzen, z.B. im Unterricht. Dabei werden diese Kompetenzen jedoch nicht unabhängig vom Erwerb fachlicher Kompetenzen betrachtet. Vielmehr können im Sinne des ‚Infusion of SEL into the regular curriculum' (Reicher, 2012b) sozial-emotionale Kompetenzen gemeinsam mit fachlichen Kompetenzen im Unterricht gefördert werden.

Dies lässt sich beispielsweise im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung realisieren, wobei hierunter eine miteinander verknüpfte, bewusste Förderung von Fach- und Entwicklungsanliegen verstanden wird. Das Modell dualer Unterrichtsplanung ist Ausgangspunkt für die (Weiter-)Entwicklung einer Lernumgebung zur dualen Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen (Fachanliegen) und der Kooperationsfähigkeit, Selbstständigkeit und soziale Integration in dieser Arbeit.

3.5 Begründung für die Förderung von sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit in diesem Forschungsprojekt

Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, dass durch präventive Maßnahmen bzw. SEL Schutzfaktoren gestärkt bzw. aufgebaut werden können. Dies ist nicht nur für Schülerinnen und Schüler mit manifestierten Gefühls- und Verhaltensstörungen, sondern – im Sinne des Inklusionsgedankens (vgl. Kapitel 2) – für alle Schülerinnen und Schüler relevant (vgl. auch Hennemann et al., 2017). Im Rahmen dieses Forschungsprojekts sollen neben dem Bildungsauftrag (vgl. Abschnitt 5.1) die soziale Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler gefördert werden. Die Begründungen für diese drei Aspekte werden in den folgenden Abschnitten gegeben.

3.5.1 Soziale Integration

Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen haben eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss aus der Lerngruppe (von Salisch, 2008; Reicher, 2010a; Ellinger & Stein, 2012; Krull et al., 2014b; Krull et al., 2017)[27], wobei Lernende mit externalisierenden Verhaltensweisen stärker betroffen sind (Ellinger & Stein, 2012). Gleichzeitig zeigen Krull et al. (2014b), dass Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen weniger gut sozial integriert sind als Kinder mit Lernstörungen (vgl. auch Krull et al., 2017).

Diese Erkenntnisse sind aus mehreren Gründen für die Realisierung eines inklusiven Unterrichts problematisch: Nach Haeberlin et al. (1989) gibt es drei verschiedene Dimensionen der Integration bzw. Inklusion von Schülerinnen und Schülern in allgemeinen Schulen: (1) Dimension der sozialen Integration[28], (2) Dimension der emotionalen Integration und (3) Dimension der leistungsmotivationalen Integration (ebd.). Eine soziale Ausgrenzung, d.h. eine fehlende soziale Integration, widerspricht somit dem Grundgedanken der Inklusion, da „soziale Integration als eine der Gelingensbedingungen

[27] Diverse Studien (z.B. Bless, 2000; Huber, 2006; Bless & Mohr, 2007; Huber & Wilbert, 2012; Krull et al., 2014a; Kulawiak & Wilbert, 2015) weisen darüber hinaus nach, dass Schülerinnen und Schüler mit einem diagnostizierten Förderbedarf ebenfalls eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss besitzen.

[28] Nach Koster et al. (2009a) ist soziale Integration wie folgt definiert: "Social participation of students in regular education is the presence of positive contact/interaction between them and their classmates; acceptance of them by their classmates; relationships/friendships between them and their classmates; and the students' perception that they are accepted by their classmates" (ebd., S. 135). Zur Ermittlung sozialer Integration gibt es verschiedene Möglichkeiten, je nachdem welchen Teilaspekt man untersucht (Koster et al., 2009a, 2009b). Häufig werden soziometrische Methoden genutzt (Kulawiak & Wilbert, 2015). Näheres hierzu finde man in Abschnitt 9.1.3.2.

schulischer Inklusion“ (Kulawiak & Wilbert, 2015, S. 242) gilt. Darüber hinaus wirkt sich eine gelungene soziale Integration positiv auf akademische und sozial-emotionale Kompetenzen aus (Fritzsche et al., 2009), was gerade für Lernende mit Gefühls- und Verhaltensstörungen stark relevant ist, weil sie sich insbesondere durch geringere sozial-emotionale Kompetenzen (z.B. Steele, 2004) und geringere akademische Kompetenzen (Myschker, 2009; Hennemann et al., 2017) auszeichnen. Diese Kompetenzen wiederum stellen Schutzfaktoren dar, die der Entwicklung von Gefühls- und Verhaltensstörungen entgegenwirken können (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015).

Ferner wirken sich Freunde bzw. Peers positiv auf die Entwicklung aus (von Salisch, 2008). Gleichzeitig können fehlende Freundschaften bzw. negative Peer-Beziehungen auch zur Entwicklung von Gefühls- und Verhaltensstörungen führen (ebd.), auch wenn Krull et al. (2014b) dies in ihren Daten nicht nachweisen konnten. Dabei gelten Freunde bzw. Peers zusätzlich als Schutzfaktor (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015) und beugen somit der Entwicklung von Gefühls- und Verhaltensstörungen vor. In diesem Zusammenhang sind Freunde bzw. Peers vor allem in „Phasen erhöhter Vulnerabilität“ (ebd., S. 25) wichtig. Hierbei handelt es sich um Lebensphasen, in denen ein Kind anfälliger für das Entstehen von Gefühls- und Verhaltensstörungen ist (ebd.). Dies trifft beispielsweise auf den Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule zu (Brezinka, 2003; Fritzsche et al., 2009; Berk, 2011; Chassé & Rahn, 2010; Hennemann et al., 2017), da die weiterführenden Schulen durch andere Unterrichtsmethoden bzw. -organisation, und andere bzw. neue Schulfächer geprägt sind (van Ophuysen & Harazd, 2011). Zusätzlich werden an die Lernenden in den weiterführenden Schulen höhere Leistungsanforderungen gestellt (ebd., Fritzsche et al., 2009; Berk, 2011)[29] und es kommt häufig zu einem (teilweisen) Verlust der Freundinnen und Freunde aus der Grundschule (Fritzsche et al., 2009; Chassé & Rahn, 2010; Ophuysen & Harazd, 2011). In einer Studie von Fritzsche et al. (2009) verloren beispielsweise 62% der Lernenden zumindest einen Teil der Freundinnen und Freunde durch den Schulwechsel[30], was wiederum „mit einem Gefühl der Traurigkeit einher“ (ebd., S. 267) ging.

Entsprechend der vorherigen Ausführungen werden somit von den Lernenden beim Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule eine Vielzahl an Anpassungsleistungen gefordert (Krüger et al., 2007; Ophuysen & Harazd, 2011, Hennemann et al., 2017). Während viele Schülerinnen und Schüler – auch unter Einbezug ihrer Schutzfaktoren – diese Anforderungen ohne Schwierigkeiten meistern, gelingt dies nicht allen Kindern (Chassé & Rahn, 2010; Hennemann et al., 2017). Dabei können vorliegende Risikofaktoren, wie ein niedriger sozialer Status oder Migrationshintergrund (Chassé & Rahn, 2010), sowie geringe Kompetenzen, sowohl emotional-sozialer, sprachlicher oder kognitiver Art, und eine geringe Unterstützung durch die Eltern (Hennemann et al., 2017) den Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule erschweren.[31] Ein vertrauensvolles Verhältnis mit den Peers oder den Lehrkräften kann hier Unterstützung bieten (Brezinka, 2003; Berk, 2011; Hennemann et al., 2017)[32], wobei zu berücksichtigen ist, dass etwa ab dem 10. Lebensjahr die Peers die entscheidenden

[29] Gleichzeitig mit dem Übergang in die weiterführende Schule treten die Schülerinnen und Schüler in der Regel auch von der mittleren Kindheit in die frühe Adoleszenz (11 – 14 Jahre) ein (Berk, 2011).

[30] Dies bedeutet nicht notwendigerweise, dass sich die Anzahl an Freundinnen und Freunden verändert (Fritzsche et al., 2009). Häufig finden die Kinder in der weiterführenden Schule neue Freundinnen und Freunde (ebd.).

[31] Mit einer Effektstärke von 0,57 hat der sozioökonomische Status darüber hinaus einen großen Einfluss auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler (Hattie, 2013).

[32] Hattie (2013) nennt eine Effektstärke von 0,72 für ein positives Lehrer-Schüler-Verhältnis auf die Lernleistung.

Bezugspersonen von Kindern sind (von Salisch & Seiffge-Krenke, 1996; Berk, 2011). Dabei sind nach Berk (2011) Freundschaften bzw. Bezugspersonen unter anderem aus den folgenden Gründen relevant: (a) „Enge Freundschaften helfen jungen Menschen dabei, die Belastungen der Adoleszenz zu bewältigen“ (ebd., S. 571) und (b) „Enge Freundschaften können sich positiv auf die Einstellung des Jugendlichen zur Schule und zur Mitarbeit im Unterricht auswirken“ (ebd., S. 571). Wenn die Unterstützung der Peers fehlt, was bei Lernenden mit mangelnder sozialer Integration offensichtlich der Fall ist, ist der Übergang schwieriger zu bewältigen und gleichzeitig wirkt sich dies negativ auf die Schulleistungen aus (ebd.). Insbesondere in der Orientierungsstufe kommt folglich der Förderung bzw. Verbesserung der sozialen Integration somit eine entscheidende Bedeutung zu.

3.5.2 Kooperationsfähigkeit

Kooperationsfähigkeit ist in unserer heutigen Gesellschaft wichtiger denn je, was man bereits daran erkennt, dass es sich hierbei um einen der *21st century learning skills* des National Research Council (2012) handelt. Auch Konrad und Traub (2019) heben die Bedeutsamkeit der Kooperationsfähigkeit hervor, indem sie betonen, „dass Wissenserwerb und Kompetenzentwicklung am besten in Zusammenarbeit mit anderen erfolgt“ (ebd., S. 15). Dies sollte den Lernenden in der Schule bewusst werden, was wiederum durch eine Förderung der Kooperationsfähigkeit gelingen kann (ebd.).

Auch auf Schul-Ebene wird Kooperation unter den Schülerinnen und Schülern immer relevanter. Die in den Klassenzimmern vorliegende Heterogenität stellt die Lehrkräfte vor vielfältige bzw. zahlreiche Herausforderungen (Forlin et al, 2008a), wobei die meisten der Lehrkräfte (87%) die Befürchtung haben nicht alle Lernenden geeignet unterstützen zu können (Forlin et al., 2008b). Eine Lösung dieses Problems könnte eine durchgängige Doppelbesetzung im Unterricht sein – diese ist jedoch in der Regel nicht existent (forsa, 2015). Entsprechend müssen die Lehrkräfte andersartige Ressourcen suchen. Im Sinne von Wockens (2013) personellen Hilfen (vgl. auch personelle Steuerung bei Leisen, 2016a, 2019) bietet es sich an die Lernenden einer Lerngruppe selber als (gegenseitige) Unterstützung zu nutzen (Wocken, 2013). Auch Ewald und Huber (2017) beschreiben, dass die Lehrkraft entlastet werden kann, indem sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig helfen. Hierfür ist es jedoch notwendig, dass die Lernenden entsprechende soziale Kompetenzen bzw. eine altersangemessene Kooperationsfähigkeit – inklusive Hilfsbereitschaft – besitzen, damit sie sich gegenseitig bei Problemen unterstützen können.[33] Diese ist jedoch gerade bei Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen nicht vorhanden: Teamarbeit und Kooperation mit diesen Lernenden werden nach Reicher (2010a) bzw. Jenkins und O’Conner (2003) häufig als problematisch erlebt. Die KMK (2000) formuliert darüber hinaus, dass es Lernenden mit den Förderbedarfen emotionale und soziale Entwicklung bzw. mit Gefühls- und Verhaltensstörungen „schwer [fällt], Angebote zur Zusammenarbeit mit Schülerinnen und Schülern anzunehmen“ (ebd., S. 8). Entsprechend ist für diese Lernenden – aber auch alle anderen Lernenden im Sinne des allgemeinen Erziehungsauftrags (MSB, 2019b) – eine explizite Förderung der Kooperationsfähigkeit in starkem Maße relevant (Urban & Leidig, 2017; Konrad & Traub, 2019).

[33] Dabei sind die Lernenden der Lerngruppe nach Wocken (2013) nicht nur für akademisches Lernen zuständig: „Schüler sind nicht nur Unterrichtshelfer, sondern können auch Erziehungshelfer sein“ (ebd., S. 172).

Diesbezüglich beschäftigt sich diese Forschungsarbeit damit, wie man im inklusiven Physikunterricht die Kooperationsfähigkeit im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung explizit fördern kann.

3.5.3 Selbstständiges Lernen

Gerade in der Orientierungsstufe sind Schülerinnen und Schüler noch recht unselbstständig (Schulz-Wensky, 1996): Sie stellen zu vorgegebenen Aufgabenstellungen noch eine Vielzahl an Fragen und benötigen häufig Bestätigung von den Lehrkräften, dass sie eine Aufgabe richtig verstanden und/oder gelöst haben (ebd.). Gerade in heterogenen Lerngruppen führt dies dazu, dass eine Lehrkraft schnell von der Fülle an Fragen und geforderten Bestätigungen überfordert ist, weil ihre Aufmerksamkeit begrenzt ist (ebd., vgl. auch Klippert, 2001; Kahlert & Heimlich, 2012; Wember, 2013; Wocken, 2013). Entsprechend wird im *Referenzrahmen Schulqualität für Nordrhein-Westfalen* (MSB, 2015) formuliert, dass die „Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen [...] zunehmend [auf] selbstständiges und selbstreguliertes Lernen ausgerichtet“ (ebd., S. 24) werden soll. Folglich sollte die Selbstständigkeit (bzw. das Eigenverantwortliche Lernen; vgl. Klippert, 2001) gefördert werden (Boban & Hinz, 2003; Helmke, 2015).[34] Entsprechend schreibt Helmke (ebd.):

> „Ein zentrales überfachliches Ziel von Schule und Unterricht ist es, Schüler zum eigenständigen (autonomen, selbstregulierten, selbstgesteuerten) Lernen zu befähigen“ (ebd., S. 205).

Dabei gelingt die Förderung der Selbstständigkeit „einzig und allein über eigenaktive, selbstgesteuerte und selbstbestimmte Lernprozesse (Jürgens, 2010)“ (Wocken, 2013, S. 153).

Durch die Förderung der Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler werden die Lehrkräfte ferner entlastet (Klippert, 2001; Wember, 2013; Wocken, 2013; Helmke, 2015)[35], wodurch sie sich gleichzeitig detaillierter um die aufkommenden Probleme (Schulz-Wensky, 1996) bzw. intensiver um Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten (Wember, 2013) kümmern können, welche gezieltere Unterstützung benötigen (Klippert, 2001; Wocken, 2013).

Zusammenfassung:

In dem hier vorgestellten Forschungsprojekt sollen – im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung – neben den Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen – die Kooperationsfähigkeit, Selbstständigkeit und soziale Integration gefördert werden.

[34] Im Zusammenhang mit der Förderung der Selbstständigkeit gilt es zu berücksichtigen, dass vollkommen selbstständig arbeitende Schülerinnen und Schüler das „perspektivische Ziel“ (Wocken, 2013, S. 154) darstellen.

[35] Man beachte, dass hierfür geeignete Unterstützungsformen zusätzlich in eine Lernumgebung integriert werden müssen (Wocken, 2013). Eine mögliche Unterstützung im Sinne von Wockens‘ (ebd.) personalen Hilfen sind die Mitschülerinnen und Schüler der Lerngruppe. Beispiele für non-personale Hilfen findet man in Abschnitt 5.4 bzw. 5.7.3

4 (Sonder-)Pädagogische und allgemeindidaktische Grundlagen

4.1 Classroom-Management

Gerade Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensschwierigkeiten stellen Lehrkräfte im inklusiven Unterricht vor große Herausforderungen (Avramidis & Norwich, 2002; Jenkins & O'Conner, 2003; Lindsay, 2007; Myschker, 2009; Meijer, 2010; Reicher, 2010a; Ahrbeck, 2017; Blumenthal et al., 2017; für den naturwissenschaftlichen Unterricht siehe Pepperling, 2017) und entsprechend wünschen sich Lehrkräfte Möglichkeiten, um diesen Lernenden im Unterricht geeignet zu begegnen und Störungen weitestgehend zu vermeiden (Forlin & Cooper, 2013; Leidig & Pössinger, 2018). Eine solche Möglichkeit ist das Classroom-Management, welches nach Evertson und Weinstein (2006) wie folgt definiert ist:

> „all the actions teachers take to create an environment that supports and facilitates both academic and social-emotional learning [...]. It not only seeks to establish and sustain an orderly environment so students can engage in meaningful academic learning, it also aims to enhance students' social moral growth" (ebd., S. 4).

Entsprechend werden unter Classroom-Management alle Handlungen einer Lehrkraft verstanden, die zu akademischem und sozial-emotionalem Lernen führen (ebd.). Ein geeignetes Classroom-Management der Lehrkraft hat dabei eine Effektstärke von 0,52 und auch die Reduzierung von Unterrichtsstörungen wirkt sich mit einer Effektstärke von 0,34 positiv auf den Lernerfolg aus (Hattie, 2013). Dazu unterscheiden Evertson und Emmer (2012) insgesamt 11 Handlungen bzw. Kriterien effektiven Classroom-Managements. Neun dieser Kriterien sind proaktiv und lediglich zwei der Kriterien sind reaktiv (vgl. Tabelle 5).

Die Kriterien werden im Folgenden näher erläutert. Ferner wird für die Kriterien zu *kooperativen Lernformen* auf Abschnitt 4.3 verwiesen. Aspekte zum Kriterium *Unterricht angemessen vorbereiten* findet man unter anderem in Abschnitt 3.4.2.

Die Vorbereitung des Unterrichtsraums ist wichtig um „Staus und Störungen zu vermeiden" (Hennemann & Hövel., 2014, S. 9). Dabei bietet es sich an den Raum in bestimmte Funktionsbereiche einzuteilen (ebd., für den Physikunterricht Küpper et al., 2019b) mit dem Ziel, dass die Lehrkraft den Raum möglichst gut überschauen kann (Leidig & Pössinger, 2018). Ablenkungen im Raum sollten möglichst vermieden werden (ebd.) und die Tische sollten zu Beginn des Unterrichts entsprechend der geplanten Unterrichtsform bereits in der richtigen Position stehen (Hennemann & Hövel, 2014).

Regeln spielen eine „überragende Rolle" (ebd., S. 179) für das Verhalten von Schülerinnen und Schüler (Helmke, 2012)[36], wobei Regeln frühzeitig eingeführt (ebd.; vgl. auch Schwab & Elias, 2015), „kontinuierlich gesichert und gefestigt" (ebd., S. 179) und darüber hinaus sichtbar für alle Schülerinnen und Schüler dargestellt werden sollen (ebd.).[37] Lediglich

[36] Gerade im Hinblick auf Lernende mit Gefühls- und Verhaltensstörungen sind Regeln entscheidend, weil diese Lernenden häufig „stark affektiv auf unklare Regeln" (KMK, 2000, S. 7) reagieren.

[37] Hattie (2013) referiert eine Effektstärke von 0,76.

Regeln und Verfahrensweisen zu nennen, wie es im Physikunterricht häufig zu Beginn eines jeden Halbjahrs im Rahmen der Sicherheitsbelehrung geschieht, reicht jedoch nicht aus (vgl. Leidig & Pössinger, 2018; Ferreira-González et al., 2019a). Vielmehr sollten die Regeln z.B. am Beginn von jeder Unterrichtsstunde wiederholt und die Einhaltung am Ende jeder Stunde reflektiert werden (Ferreira-González et al., 2019a).

Proaktive Kriterien:
Klassenraum vorbereiten: klar strukturierter Klassenraum ohne Reizüberflutung, in dem alle wichtigen Orte frei zugänglich sind, Staus vermieden werden und alle SchülerInnen im Blick gehalten werden können
Regeln und Verfahrensweisen planen und unterrichten: für alle wichtigen Bereiche gibt es vereinbarte Regeln und Verfahrensweisen, die für alle transparent sind und explizit unterrichtet bzw. eingeübt werden
Konsequenzen festlegen es werden gezielt Konsequenzen für erwünschtes und unerwünschtes SchülerInnenverhalten festgelegt und genutzt, z.B. auch institutionalisierte Rückmeldesysteme
Positives (Lern-)Klima schaffen Aktivitäten zur Verbesserung des Klassenklimas werden von vorneherein eingeplant und regelmäßig Vorhaben zur Entwicklung des Zusammengehörigkeitsgefühls durchgeführt
Aktivitäten beaufsichtigen und überwachen die Arbeit und die Interaktion der SchülerInnen werden fortlaufend beobachtet, beaufsichtigt und kontrolliert, um Problemlagen frühzeitig zu identifizieren und (LehrerInnen-)Handeln entsprechend anzupassen
Unterricht angemessen vorbereiten unterschiedlich schwierige Lernaktivitäten für die heterogene SchülerInnengruppe, gleitende Übergänge, vorbereitetes Material und die Vermeidung von Administrativa in Lernzeiten
Verantwortlichkeit der SchülerInnen Formen selbstregulierten Lernens, Einbeziehung der SchülerInnen in die Gestaltung des Unterrichts, gezielte Eröffnung von Partizipationsräumen, Feedback und Selbstevaluation
unterrichtliche Klarheit klare und ausreichend redundante Informationen, klare Sprache, klare Strukturierung des Unterrichts bzgl. Ziele, Inhalte, Abläufe
kooperative Lernformen regelmäßiger Einsatz kooperativer Lernformen, Arbeit mit Sozialzielen, Evaluation kooperativer Arbeitsphasen
Reaktive Kriterien
Unangemessenes SchülerInnenverhalten unterbinden[38] Sofortige und konsistente Unterbindung von Störungen inkl. Verweis auf die vereinbarten Regeln, situations- und schülerangemessen
Strategien für potenzielle Probleme Strategien zum Umgang mit unterrichtlichen Problemlagen und Konfliktsituationen, die frühzeitig geplant und vereinbart werden

Tabelle 5: Kriterien effektiven Classroom-Managements zitiert nach Leidig und Pössinger (2018).

Regeln sollten ferner nicht einfach von der Lehrkraft festgelegt werden, sondern gemeinsam mit den Lernenden thematisiert und ausgehandelt werden (z.B. Helmke, 2012;

[38] Für das Unterbinden von unangemessenem Verhalten der Lernenden im Sinne von verhaltenspsychologischen Interventionen im Abschnitt Reduktion von Unterrichtsstörungen berichtet Hattie (2013) von einer Effektstärke von 0,76 – vgl. auch Ferreira-González et al. (2019b) und Helmke und Helmke (2015).

Leidig & Pössinger, 2018), auch wenn im Physikunterricht die *Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht* (MSB, 2017) und auch Schulregeln, sowie individuelle Klassenregeln, berücksichtigt werden müssen (Küpper et al., 2019b).

Insbesondere beim Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht spielen Regeln eine wichtige Rolle (Pawlak & Groß, 2020), wobei die Autoren für den Chemieunterricht Experimentierregeln in allgemeine Experimentierregeln und spezifische Experimentierregeln (stoffspezifisch vs. gerätespezifisch) aufteilen. Insgesamt kann sich daher im naturwissenschaftlichen Unterricht schnell eine sehr große Anzahl an Regeln ergeben (Küpper et al., 2019b), was nach Lohmann (2012) bzw. Hennemann und Hövel (2014) problematisch sein kann. Daher sollte man gegebenenfalls Schwerpunkte für die einzelnen Unterrichtsstunden bzw. -phasen setzen, welche besonders stark im Bereich *Konsequenzen* berücksichtigt werden (Küpper et al., 2019b).

Eines der Ziele des Classroom-Managements ist Störungen zu reduzieren und gleichzeitig die aktive Lernzeit zu erhöhen (Helmke, 2012; Fricke & Fischer, 2013). Gleichzeitig ist „störungsfreier Unterricht [...] eine didaktische Fiktion“ (Lohmann, 2012, S. 14) und entsprechend kann es nötig sein diesen Unterrichtsstörungen durch angemessene und geeignete Konsequenzen zu begegnen. Entsprechend obiger Formulierung „werden mit dem Begriff ‚Konsequenzen’ in erster Linie Sanktionen bzw. Konsequenzen für unerwünschtes Verhalten assoziiert“ (Leidig & Pössinger, 2018, S. 56). Aus diesem Blickwinkel wird jedoch übersehen, dass es nach Helmke (2012) bzw. Pawlak und Groß (2020) nicht nur negative, sondern auch positive Konsequenzen geben sollte. Sowohl durch positive als auch durch negative Konsequenzen wird dabei die Wahrscheinlichkeit für Einhaltung von Regeln erhöht (Helmke, 2012). Marzano (2003) referiert in diesem Zusammenhang, dass die Bestätigung der Einhaltung positiver Verhaltensweisen eine Effektstärke von 0,86 hat. Bestrafung im Sinne negativer Konsequenzen hat eine Effektstärke von 0,78, während eine Kombination aus positiven und negativen Konsequenzen eine Effektstärke von 0,97 aufweist (ebd.).

Beispiele für positive Konsequenzen sind Belohnungen wie Punktesysteme oder Sticker, gemeinsame Aktivitäten oder Elternbriefe mit positiver Rückmeldung (Lohmann, 2012). Das Programm *Lubo aus dem All* (Hövel & Hennemann, 2016) nutzt beispielsweise Sternensticker als positive Konsequenzen. Die gesammelten Punkte oder Sticker (Token) können im Sinne eines Verstärkersystems zusätzlich in Belohnungen getauscht werden (z.B. Gunter et al., 2002; Soares et al., 2016), wobei die Lernenden bei der grundlegenden Auswahl möglicher Belohnungen mit einbezogen werden sollten (Evertson & Emmer, 2012). Mit Bezug zum Physikunterricht sind als mögliche Belohnungen z.B. spannende Experimente unabhängig vom Lehrplan oder Fragestunden, zu spannenden, physikalischen Fragen der Lernenden denkbar (Küpper et al., 2019b).

Ferreira-González et al (2019b) konnten zeigen, dass Verstärkersysteme bei Lehrkräften auf Zustimmung treffen. Verstärkersysteme sind ferner unter bestimmen Umständen zur Verbesserung bzw. Aufrechterhaltung von Motivation geeignet (Wilbert, 2010). Dabei wirken sich Verstärkersysteme nach Cameron et al. (2001) positiv auf das Interesse aus, wenn das Interesse der Schülerinnen und Schüler vorab sehr gering ist. Gleichzeitig fördern verbale Verstärker im Allgemeinen das Interesse (ebd.). Materielle Belohnungen wirken sich dagegen negativ auf das Interesse aus, wenn sie nur in geringem Maße an die Leistung der Lernenden gekoppelt sind (ebd.). Mirzamani et al. (2011) konnten zeigen, dass sich Verstärkersysteme positiv auf den akademischen Lernerfolg im NW-Unterricht auswirken und in ihrer Meta-Analyse konnten Soares et al. (2016) nachweisen, dass Verstärkersysteme sich sowohl positiv auf den akademischen Lernerfolg (Effektstärke

0,89), als auch auf das Verhalten (Effektstärke 0,93) auswirken.[39] Folglich sollten Verstärkersysteme auch gerade bei Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen, die sich nach Ahrbeck (2017) durch störendes Verhalten im Unterricht auszeichnen, positive Auswirkungen haben (vgl. auch Gunter et al., 2002).

Ferner haben Verstärkersysteme auch immer eine direkte Feedbackfunktion. So schreiben Ferreira-González et al (2019b): „A positive effect from the teachers' perspective was that pupils did not stay after the lesson to ask about their performance, because the token system provided sufficient feedback" (ebd., S. 13). Dabei hat Feedback nach Marzano (2003) bzw. Hattie (2013) einen entscheidenden Einfluss auf den akademischen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler (Effektstärke: 0,61 bzw. 0,73). Ferner ist Feedback auch unbedingt notwendig für den Erwerb emotionaler und sozialer Kompetenzen (Schwab & Elias, 2015).

Ein positives Lernklima ist mit der Entwicklung einer Lerngemeinschaft verknüpft, wobei diese Gemeinschaft „wesentlich [...] durch einen wertschätzenden, zugewandten und gleichzeitig strukturierten Kommunikations- und Handlungsstil der Lehrkraft" (Leidig & Pössinger, 2018, S. 54) geprägt ist. Ein positives Lernklima ist dabei gerade für Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen wichtig, weil dies einen der Schutzfaktoren zur Vermeidung bzw. Verringerung dieser Störungen darstellt (Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse, 2015). Gleichzeitig gilt es zu bedenken, dass Lernende mit Gefühls- und Verhaltensstörungen häufiger von sozialer Ausgrenzung betroffen sind als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler (von Salisch, 2008; Reicher, 2010a; Ellinger & Stein, 2012; Krull et al., 2014; Krull et al., 2017; vgl. auch Abschnitt 3.5.1). Die Entwicklung eines positiven Lernklimas ist entsprechend direkt mit einer Verbesserung der sozialen Integration verknüpft. Gleichzeitig gilt es soziale Kompetenzen der Lernenden zu fördern und die Interessen der Lernenden im Unterricht aufzugreifen (Hennemann & Hövel, 2014). Der letztgenannte Aspekt spricht für einen kontextorientierten (Physik-)Unterricht (vgl. Abschnitt 5.6).

Kounin (1976), der „'Klassiker' des classroom managements" (Helmke, 2012, S. 178) kreierte den Begriff *Withitness* (Kounin, 1976) – zu deutsch: allgegenwärtig. Dabei sind Lehrkräfte „‚allgegenwärtig', wenn Sie jedem Kind signalisieren, dass Sie über sein Verhalten informiert sind, dass Sie wahrnehmen, was in der Klasse vor sich geht. Sie zeigen ‚Allgegenwärtigkeit', wenn Sie dies allen Kindern stets deutlich machen. Signalisieren Sie verbal und nonverbal, dass Sie der gesamten Klasse zugewandt sind – auch wenn Sie sich eben einmal einem Kind oder einer Kleingruppe widmen" (Wilde, 2005, S. 10f).[40] Diesbezüglich spielt auch die Übersichtlichkeit des Raums (vgl. Kriterium 1) eine wichtige Rolle.

Im Sinne eines effektiven Classroom-Managements gilt es den Schülerinnen und Schülern gezielt Verantwortung zu übertragen (Evertson und Emmer, 2012; Hennemann & Hövel, 2014; Leidig & Pössinger, 2018), wobei sich dies positiv auf das SEL auswirkt (Schwab & Elias, 2015). Neben der bei Hennemann und Hövel (2014) genannten Übertragung von Klassenämtern, schließt dies auch Verantwortung für den eigenen Lernprozess und gegebenenfalls auch Verantwortung für den Lernprozess Anderer im Sinne der personellen Hilfe (Wocken, 2013) ein. Auch das gemeinsame Erstellen von Klassenregeln überträgt den Lernenden ein gewisses Maß an Verantwortung (Schwab & Elias, 2015). Ebenso führt

[39] Ferner zeigen sich keine signifikant unterschiedlichen Effekte, ob Verstärkersysteme in allgemeinen Schulen (Effektstärke = 0,86) bzw. Förderschulen (Effektstärke = 0,89) verwendet werden (Soares et al., 2016).

[40] Hattie (2013) referiert hierfür (genauer gesagt für ein „bei-der-Sache-Sein" (ebd., S. 122)) eine Effektstärke von 1,42.

ein Unterricht im Sinne des Forschenden Lernens (vgl. Abschnitt 5.7.2) zur Abgabe von Verantwortung (für ihren Forschungs- bzw. Lernprozess) an die Lernenden und kann im Sinne dieses Kriteriums verstanden werden.

Im Zusammenhang mit dem Kriterium *unterrichtliche Klarheit*[41] ist insbesondere auf eine klare Strukturierung zu achten (Leidig & Pössinger, 2018), wobei in diesem Zusammenhang auch Routinen (Helmke, 2012) eine wichtige Rolle spielen. Dies ist insbesondere für Experimente relevant: So unterscheiden Pawlak und Groß (2020) „Allgemeine Experimentierroutinen" (ebd., S. 95), „Organisations- und Mobilitätsroutinen" (ebd., S. 95) und „Geräteroutinen" (ebd., S. 95). Gleichzeitig gilt es auf eine angemessene Sprache zu achten (Leidig & Pössinger, 2018).

Weitere Anmerkungen zur Erfüllung der Kriterien des Classroom-Managements im inklusiven Physikunterricht findet man in den Online-Materialien zum Beitrag von Küpper et al. (2019b).

Nach Schmeinck und Hennemann (2014) ist „die Schaffung einer sicheren Lernumgebung durch ein effektives Classroom-Management" (ebd., S. 68) eine der zentralen Gelingensbedingungen für einen inklusiven Unterricht. Der Grund hierfür ist, dass Classroom-Management sowohl direkt als auch indirekt einen Einfluss auf den Lernerfolg (Hattie, 2013) bzw. Lernfortschritt (Helmke, 2012) der Schülerinnen und Schüler hat, wobei dies unter anderem auf die Erhöhung der aktiven Lernzeit zurückgeführt wird (ebd.; Hattie, 2013)[42]. Auch Fricke und Fischer (2013) konnten für den Physikunterricht ähnliche Ergebnisse nachweisen. Sie schreiben: „Aspekte von KF [Klassenführung], die sich direkt auf die aktive Lernzeit auswirken (Störungsintensität) [, haben] einen Einfluss auf Lernzuwächse im physikbezogenen Unterricht" (ebd., S. 91). Eine Studie von Ferreira-González et al. (2019b) für den inklusiven Biologieunterricht weist nach, dass sich Classroom-Management positiv auf das Lern- und Arbeitsverhalten, sowie die Reduktion von Unterrichtsstörungen auswirkt. Ähnliche Ergebnisse findet man auch in der Meta-Analyse von Korpershoeck et al. (2016): Interventionen zum Classroom-Management führen zu einer gesamten Effektstärke 0,22. Dabei ergeben sich für die einzelnen Outcomes unterschiedliche Effektstärken: Auswirkung auf den akademischen Lernerfolg: 0,17; Auswirkungen auf das Verhalten: 0,25, Auswirkungen auf sozial-emotionale Kompetenzen: 0,21; Auswirkungen auf die Motivation: 0,08 (ebd.). Auch nach Helmke et al. (2008) wirkt sich geeignetes Classroom-Management der Lehrkraft positiv auf das Interesse der Lernenden sowie die Anstrengungsbereitschaft (Hattie, 2013) aus. Beide Aspekte sollten bei Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen explizit gefördert werden (KMK, 2000).

Darüber hinaus erlaubt ein geeignetes Classroom-Management eine gezielte Förderung emotional sozialer Kompetenzen (Zins et al., 2004; Jennings & Greenberg, 2009; Evertson & Emmer, 2012; Schwab & Elias, 2015; Korpershoeck et al., 2016; Leidig, 2019; Leidig et al., 2020), wobei Classroom-Management im Sinne des Reviews von Reicher (2010b) als *Teaching technique* verstanden werden kann (vgl. auch Leidig, 2019; Leidig et al., 2020). Gleichzeitig ist eine explizite Verknüpfung von Classroom-Management und SEL bereits in der oben genannten Definition des Classroom-Managements von Evertson und Weinstein (2006) enthalten. Dabei ist insbesondere eine positive Lehrer-Schüler-Beziehung relevant, weil sie einerseits einen Schutzfaktor zur Verringerung von Gefühls-

[41] Für unterrichtliche Klarheit nennt Hattie (2013) eine Effektstärke von 0,75.
[42] Für aktive Lernzeit nennt Hattie (2013) eine Effektstärke von 0,38.

und Verhaltensproblemen darstellt (Fröhlich-Gildhoff und Rönnau-Böse, 2015) und gleichzeitig zu einer Verringerung von Verhaltensproblemen führt (Bear, 2015).

Jennings und Greenberg (2009) entwickelten ein Modell um die Zusammenhänge zwischen den sozial-emotionalen Kompetenzen der Lehrkraft, dem Classroom-Management und dem Lernerfolg (im akademischen und emotional-sozialen Sinne) – vgl. Abbildung 6: Gute sozial-emotionale Kompetenzen der Lehrkraft sehen die Autoren als Grundlage für eine gesunde Beziehung zwischen der Lehrkraft und den Lernenden (Pfeil A) (ebd.). Weil eine Lehrkraft mit guten sozial-emotionalen Kompetenzen eher auf die proaktiven Kriterien des Classroom-Managements, als die reaktiven Kriterien setzt, wirkt sich dies wiederum positiv auf das Classroom-Management aus (Pfeil B) (ebd.). Weil Lehrkräfte mit guten sozial-emotionalen Kompetenzen darüber hinaus „outstanding role models of desired social and emotional behavior" (ebd., S. 493) sind, wirkt sich dies wiederum positiv auf die Berücksichtigung von SEL im Unterricht aus (Pfeil C) (ebd.). Eine gute Lehrer-Schüler-Beziehung, ein effektives Classroom-Management und die Berücksichtigung von SEL im Unterricht haben wiederum positive Auswirkungen auf das Klassenklima[43] aus, welches wiederum einen Einfluss auf das akademische Lernen, sowie das SEL hat (Pfeil D_1, D_2, D_3 und Pfeil E) (ebd.; vgl. auch Schwab & Elias 2015). Ferner wirken sich eine gute Lehrer-Schüler-Beziehung (Pfeil F) und die Berücksichtigung von SEL im Unterricht (Pfeil G) auch direkt positiv auf das akademische Lernen, sowie das SEL aus (ebd.).

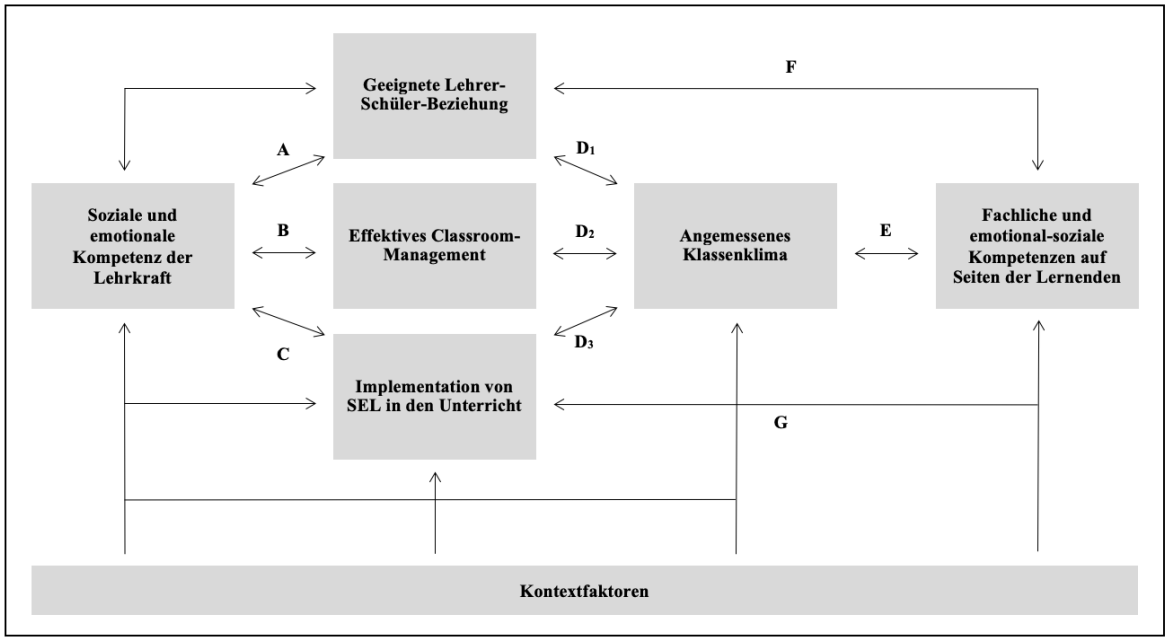


Abbildung 6: Einfluss von den sozial-emotionalen Kompetenzen der Lehrkraft auf Classroom-Management und den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler (übersetzt, nach Jennings & Greenberg (2009)).

[43] Bei dem Klassenklima handelt es sich um „die sozial geteilte subjektive Repräsentation wichtiger Merkmale der Schulklasse als Lernumwelt. Dazu zählen insbesondere

- die physische Umwelt der Klasse (Ausstattung, Qualität der Einrichtung)
- die sozialen Beziehungen zwischen Lehrern und Schüler/innen bzw. der Schüler/innen untereinander, die Erwartungen hinsichtlich Leistungen und Verhalten
- die Art und Weise, wie Lehr/Lernprozesse ablaufen
- die in der Klasse geltenden Normen und Werte (‚Klassengeist')" (Eder, 2002, S. 215).

Hier zeigt sich bereits, dass es einen engen Zusammenhang zwischen der sozialen Integration von Schülerinnen und Schülern und dem Klassenklima gibt.

Zusätzlich hängen diese Prozesse, sowie die einzelnen Komponenten des Modells von kontextabhängigen Faktoren ab (ebd.).

Zusammenfassung:

Nach Evertson und Weinstein (2006) werden unter Classroom-Management alle Handlungen einer Lehrkraft verstanden, die zu akademischem und sozial-emotionalem Lernen führen. Von den neun proaktiven und zwei reaktiven Kriterien effektiven Classroom-Managements nach Evertson und Emmer (2012) spielen unter anderem insbesondere die Kriterien Regeln und Verfahrensweisen, sowie Konsequenzen planen eine wichtig Rolle (vgl. auch Helmke, 2012).

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bieten das Classroom-Management und insbesondere die Kriterien Regeln und Verfahrensweisen, sowie Konsequenzen planen ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten[44]:

Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperationsfähigkeit	Selbstständigkeit
✓ z.B. Korpershoeck et al., 2016	(✓) z.B. Schwab & Elias, 2015	(✓) z.B. Schwab & Elias, 2015	(✓) z.B. Korpershoeck et al., 2016

4.2 Das Team-Kleingruppen-Modell

Mit dem Modell dualer Unterrichtsplanung soll sowohl das fachliche Lernen als auch der Erwerb sozialer Kompetenzen gefördert werden. Zur Verknüpfung dieser beiden Aspekte eignet sich nach Schlömerkemper (1987) das sogenannte Team-Kleingruppen Modell: Das Team-Kleingruppen-Modell wurde in den Gesamtschulen Köln-Holweide und Göttingen-Geismar entwickelt (Keim, 1996a) und ist auf Ebene der Schülerinnen und Schüler dadurch gekennzeichnet, dass die Tischgruppe „als [permanenter] Interaktionsrahmen für die SchülerInnen“ (Keim, 1996b, S. 23) gilt. Die Tischgruppe besteht dabei aus mehreren Lernenden, die für einen längeren Zeitraum in diesen Gruppen sitzen und (gemeinsam) arbeiten (Schulz-Wensky, 1996), wobei den Schülerinnen und Schülern dies auch vorab mitgeteilt wird. Somit ist es nach Schulz-Wensky (ebd.) notwendig, „daß sie deshalb lernen müssen, miteinander zu arbeiten und auszukommen, weil sie sich weder ihren Arbeitsschwierigkeiten noch ihren sozialen Problemen einfach durch Gruppenwechsel entziehen können“ (ebd., Seite 104). Gleichzeitig können die festen Kleingruppen auch der Motivation und der gegenseitigen Unterstützung dienen (Johnson et al., 2005).

Die Gruppen werden heterogen eingeteilt (Schlömerkemper; 1987; Schulz-Wensky, 1996; vgl. auch Slavin, 1995; Green & Green, 2005; Johnson & Johnson, 2008), wobei die Gruppen „Jungen und Mädchen, lernschnelle und lernlangsame SchülerInnen, deutsche

[44] In der Zusammenfassung wurde jeweils durch die Symbole ✓ (= zur Förderung dieser Kompetenz geeignet) und × (= zur Förderung der Kompetenz liegen der Literaturrecherche nach keine Aussagen vor) dargestellt, inwiefern ein Kriterium sich zur Förderung eignet. Das Zeichen (✓) wurde jeweils verwendet, wenn in der Literatur ein verwandter Begriff (z.B. bei der Kooperationsfähigkeit allgemein die Förderung sozial-emotionaler Kompetenzen) genannt wurde.

und ausländische sowie ggf. behinderte und nicht behinderte Kinder“ (Schulz-Wensky, 1996, S. 103) umfassen. Zur Einteilung der Schülerinnen und Schüler in die Kleingruppen eignet sich nach Schulz-Wensky (ebd.), Schlömerkemper (1987) bzw. Slavin (1995) z.B. die Methode der Soziometrie, sodass die Wünsche der Schülerinnen und Schüler in gewisser Weise berücksichtigt werden können – nähere Informationen zur Soziometrie finden sich im Abschnitt 9.1.3.2. Schulz-Wensky (1996) führt jedoch auch an, dass die Soziometrie keine Aussagen über die die Intensität der Beziehungen zulässt. Gegebenenfalls ist es daher notwendig auf ein soziometrisches Ratingverfahren wie den SORAT-M (Hrabal, 2010) bzw. den Klassen-Kompass (Hrabal, 2009) zurückzugreifen. Beide Fragebögen berücksichtigen jedoch ebenfalls nicht die Arbeitsstruktur.

Darüber hinaus werden Schülerinnen und Schüler mit Schwierigkeiten im Lernen bzw. Lernende mit Gefühls- und Verhaltensstörungen auf die verschiedenen Gruppen aufgeteilt, was nicht notwendigerweise immer auf Zustimmung der übrigen Gruppenmitglieder trifft (Schulz-Wensky, 1996). Der Grundsatz des Team-Kleingruppen-Modells ist jedoch: „Jeder gehört zu einer Gruppe“ (ebd., S. 104). Gleichzeitig reflektieren die Lehrkräfte gemeinsam mit den Tischgruppen die Arbeit der letzten Woche und versuchen Lösungen für Probleme zu finden (ebd.).

Aufgrund der Zusammensetzung der Gruppen, erfüllt die Tischgruppe folgende Aufgaben:

„

1) Die Tischgruppe soll der Ort in der Schule sein, an dem sich die Schülerinnen und Schüler wohl fühlen, wo sie von ihren Mitschülern verstanden werden, ihre Freunde haben. Die Tischgruppe dient der emotionalen Entwicklung.
2) Die Tischgruppe soll der Ort sein, an dem die Schülerinnen und Schüler sich mit ihren Mitschülern auseinandersetzen, sich gegenseitig kennen und akzeptieren lernen, neue Partner finden, Schüler mit Problemen in die Gruppe einbeziehen. Die Tischgruppe dient dem sozialen Lernen.
3) Die Tischgruppe soll der Ort sein, an dem die Schülerinnen und Schüler sich einzeln, in Partnerarbeit, als Gruppe mit den selbstgewählten bzw. vorgegebenen Unterrichtsgegenständen auseinandersetzen. Die Tischgruppe dient dem fachlichen Lernen“ (Schlömerkemper, 1987, S. 71).

Die Aspekte 2) und 3) zeigen auf, dass die Tischgruppe eine sinnvolle Möglichkeit zur Förderung von fachlichen und sozialen Kompetenzen im Sinne des SEL (Reicher, 2010a, 2010b) bzw. des Modells dualer Unterrichtsplanung darstellt. Gleichzeitig stimmen die genannten Aspekte von Schlömerkemper (1987) mit den pädagogischen Dimensionen der Integration von Schülerinnen und Schüler nach Haeberlin et al. (1989), der Dimension der emotionalen Integration, der Dimension der sozialen Integration, sowie der Dimension der leistungsmotivationalen Integration überein. Somit sollte die Tischgruppe ebenfalls ein Potenzial zur Verbesserung der sozialen Integration von Schülerinnen und Schüler bzw. aller Lernenden haben. Dieses Potenzial hat nach Schlömerkemper (1987) dagegen das Lernen in der gesamten Lerngruppe nicht, da die Tischgruppe überschaubarerer als die gesamte Lerngruppe und „in ihrer Beziehungsstruktur wirksamer [ist]: Sie kann deshalb gerade potentielle Außenseiter besser integrieren als die Klasse, in der sich die einzelnen Schülerinnen und Schüler leichter in die Isolation flüchten können, ohne den anderen noch aufzufallen“ (ebd., S. 116).

Das Team-Kleingruppen-Modell eignet sich jedoch nicht nur zur Förderung sozialer Kompetenzen, sondern auch dafür die Selbstständigkeit der Lernenden zu fördern: „Mit der Einrichtung von Schülergruppen ist das Ziel verknüpft, die SchülerInnen von den

Lehrenden im Laufe der Zeit unabhängiger zu machen und selbstständiges Arbeiten in den Gruppen zu fördern“ (Schulz-Wensky, 1996, S. 111). Entsprechend kann die Lehrkraft sich auf die Probleme einzelner Kleingruppen konzentrieren, während die übrigen Kleingruppen bzw. Lernenden selbstständig arbeiten (ebd.) (vgl. auch Abschnitt 3.5.3).

Zusammenfassung:

Das Team-Kleingruppen-Modell ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schülerinnen und Schüler über einen längeren Zeitraum in konstant gehaltenen Kleingruppen an einem Gruppentisch miteinander arbeiten.

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bietet das Team-Kleingruppen-Modell ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:

Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperationsfähigkeit	Selbstständigkeit
✓ Schlömerkemper, 1987	✓ Schlömerkemper, 1987	(✓) Schlömerkemper, 1987	✓ Schulz-Wensky, 1996

4.3 Duale Unterrichtsgestaltung bzw. SEL durch kooperatives Lernen realisieren

Unter Kooperation verstehen Johnson und Johnson (1999) bzw. Johnson et al. (2005) die Zusammenarbeit von Menschen zwecks Erreichung eines gemeinsamen Ziels. Dies unterscheidet Kooperation bzw. kooperatives Lernen von kompetitiven bzw. individuellen Lernen, da hier entweder das *gemeinsame* Ziel nur erreicht werden kann, wenn die anderen Schülerinnen und Schüler scheitern bzw. das *gemeinsame* Ziel unabhängig vom Erfolg der übrigen Lernenden erreicht werden kann (ebd.). Entsprechend ist das gemeinsame Ziel ein Charakteristikum des kooperativen Lernens. Für das Erreichen des gemeinsamen Ziels beim kooperativen Lernen ist jede bzw. jeder Lernende der Kleingruppe mit verantwortlich – *Individuelle Verantwortlichkeit* (Johnson et al., 2005; vgl. auch, Johnson & Johnson, 1999, Green & Green, 2005; Johnson & Johnson, 2008; Konrad & Traub, 2019) – bzw. alle Lernenden sind gleichzeitig vom Erfolg der anderen Gruppenmitglieder abhängig – *Positive Interdependenz* (ebd.).

Während für Slavin (1995) beim kooperativen Lernen insbesondere gemeinsame Gruppenziele bzw. die Teambelohnung zur Erzeugung positiver Interdependenz sowie die individuelle Verantwortlichkeit von großer Bedeutung sind, formulieren Johnson und Johnson (1999), Johnson et al. (2005) bzw. Johnson und Johnson (2008) drei weitere Kriterien (zusätzlich zur positiven Interdependenz und der individuellen Verantwortlichkeit) für kooperatives Lernen. Diese Kriterien sind: *unterstützende Interaktion* (Johnson et al., 2005), *soziale Kompetenzen* (ebd.) und *Gruppenbewertung (Evaluation)* (ebd.) – die Kriterien werden bei Green und Green (2005) und Konrad und Traub (2019) teilweise unterschiedlich bezeichnet, meinen jedoch das Gleiche. Die einzelnen Kriterien werden im Folgenden knapp vorgestellt. Es werden die Formulierungen von Johnson et al. (2005) genutzt.

Positive Interdependenz: Positive Interdependenz bzw. positive Abhängigkeit liegt dann vor, wenn alle Schülerinnen und Schüler in der kooperativen Kleingruppe erkennen, dass sie nur dann Erfolg haben können, wenn alle Lernenden der Kleingruppe Erfolg haben (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Johnson et al., 2008; Konrad & Traub, 2019). Folglich sind die Lernenden in positiver Weise voneinander abhängig und die „Ziele sind so strukturiert, dass die [Schülerinnen und] Schüler sich um die Leistung aller Gruppenmitglieder genauso wie um die eigene kümmern müssen" (Green & Green, 2005, S. 44). Zur Erzeugung positiver Interdependenz existieren verschiedene Möglichkeiten: Johnson et al. (2005) nennen z.B. „Interdependenz durch das vorhandene Material" (ebd., S. 41), d.h. Abhängigkeit durch Beschränkung der zur Verfügung gestellten Materialien, „Interdependenz durch die Verteilung der Informationen" (ebd., S. 41), indem die einzelnen Lernenden der Kleingruppe nur einen Teil des Materials erhalten, „Interdependenz durch Wettbewerb" (ebd., S. 41) mit anderen Kleingruppen und Interdependenz „durch eine gemeinsame Identität" (ebd., S. 113) – ähnliche Bedingungen findet man auch bei Johnson und Johnson (1999) bzw. Green und Green (2005). Darüber hinaus gibt es noch die Interpendenz durch Rollen (Johnson & Johnson, 1999; Green & Green, 2005). Zur Motivation des kooperativen Lernens und zur Erreichung eines gemeinsamen Ziels spielen ferner nach Slavin (1995) Belohnungen eine große Rolle. Diese sollten aufgrund der Gruppenleistung vergeben werden (ebd.; Konrad & Traub, 2019).

Individuelle Verantwortlichkeit: Jedes Gruppenmitglied ist für den Erfolg der Kleingruppe mit verantwortlich (Slavin, 1995; Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Johnson et al., 2008; Konrad & Traub, 2019). Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, indem man die Schülerinnen und Schülern individuell zu bearbeitende Tests lösen lässt (z.B. Slavin, 1995).

Sowohl die positive Interdependenz, als auch die individuelle Verantwortlichkeit tragen dazu bei, dass die Schülerinnen und Schüler sich gegenseitig helfen (Slavin, 1995; Johnson & Johnson, 1999), intensiver zusammenarbeiten, und dass gleichzeitig ein Auftreten von störenden Verhaltensweisen verringert bzw. vermieden wird (Slavin, 1995). Wenn Schülerinnen und Schüler dennoch (gerade zu Beginn des kooperativen Lernens) störende Verhaltensweisen zeigen, bietet es sich an die positive Interdependenz zu verstärken (Johnson & Johnson, 1999). Ein Beispiel für eine derartige Verknüpfung von positiver Interdependenz und individueller Verantwortlichkeit ist die kooperative Lernform *Student Teams Achievement Division* (STAD)[45], die von Slavin entwickelt wurde (Slavin, 1995; Konrad & Traub, 2019). Der Ablauf ist wie folgt (vgl. ebd.): Vor Einsatz dieser kooperativen Lernform schreiben die Schülerinnen und Schüler einen individuellen Pre-Test, der ihr Vorwissen zur Thematik erhebt. Der Pre-Test wird von der Lehrkraft ausgewertet, sodass jedes Kind ein individuellen Wert erhält. Anschließend werden die Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen eingeteilt, wobei die individuellen Testergebnisse als Ausgangsbasis dienen können um (bezogen auf akademische Kompetenzen) heterogene Gruppen zu bilden. Nachdem die Lehrkraft die zu lernenden Inhalte frontal präsentiert hat, finden sich die Schülerinnen und Schüler in den Kleingruppen zusammen. Die Aufgabe dieser Kleingruppen definiert Slavin (1995) wie folgt:

[45] Weil die in dieser Studie entwickelte Lernumgebung eine gewisse Ähnlichkeit zum STAD aufweist, wird hier exemplarisch nur diese Methode beschrieben. Eine Übersicht (inklusive Beschreibung) weiterer Methoden des kooperativen Lernens findet man beispielsweise bei Slavin (1995) oder Konrad und Traub (2019).

> „The major function of the team is to make sure that all team members are learning, and, more specifically, to prepare its members to do well on the quizzes“ (ebd., S. 71).

Folglich ist es die Aufgabe jedes Gruppenmitglieds dafür zu sorgen, dass die Mitschülerinnen und Mitschüler der eigenen Kleingruppe die Inhalte verstanden haben bzw. möglichst viel lernen, sodass jedes Gruppenmitglied im Post-Test nach der kooperativen Phase eine möglichst hohe Punktzahl erreicht. Diese Post-Tests müssen von den Lernenden alleine bearbeitet werden. Die Lernzuwächse (in Punkten) zwischen Pre-Test und Post-Test der einzelnen Lernenden werden ermittelt und gruppenweise aufsummiert. Hierbei ist offensichtlich das Gruppenergebnis hoch, wenn die Lernzuwächse der einzelnen Lernenden der Kleingruppe hoch sind. Die beste Gruppe wird honoriert. Folglich wird die positive Abhängigkeit dadurch erzeugt, dass die Schülerinnen und Schüler für das Erreichen des Ziels (dem *Preis*) von den Gruppenmitgliedern abhängig sind. Gleichzeitig ist jede bzw. jeder Lernende der Kleingruppe dafür verantwortlich sein Bestes zu geben, damit die Gruppe das Ziel erreichen kann (Individuelle Verantwortlichkeit). Dies wird durch den Wettbewerb mit den anderen Gruppen noch einmal verstärkt (ebd.).

Unterstützende Interaktion: Damit jedes Kind der Gruppe partizipieren kann und damit die Lernenden ihre Ziele erreichen, ist eine unterstützende Interaktion notwendig. Dies bedeutet,

> „dass die Schüler ihre Mittel teilen, einander helfen, unterstützen, ermutigen und die Bemühungen jedes Einzelnen loben. Kooperative Lerngruppen leisten nicht nur schulische Unterstützung (Jeder Schüler hat jemanden, der sich verpflichtet fühlt, ihm beim Lernen zu helfen.), sondern auch menschliche (Jeder Schüler hat jemanden, der sich ihm als Person verpflichtet fühlt)“ (Johnson et al., 2005, S. 20).

Die Interaktion bzw. Kommunikation dient dem Lernfortschritt der Kleingruppe (Green & Green, 2005). Gleichzeitig ist für eine unterstützende Interaktion eine räumliche Nähe notwendig (ebd.).

Soziale Kompetenzen: Häufig sind soziale Kompetenzen bei Schülerinnen und Schülern nur gering ausgeprägt (z.B. Steele, 2004; Johnson et al., 2005). Gleichzeitig gilt: Je höher die sozialen Kompetenzen bei den Lernenden ausgeprägt sind, desto höher der Lernerfolg bzw. der Erfolg der Kleingruppe (Johnson et al., 2005). Daher ist es notwendig vor Beginn der kooperativen Lernphase mit den Schülerinnen und Schülern soziale Kompetenzen explizit zu thematisieren und es sollten entsprechende Verhaltensregeln eingeführt werden (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019) – vgl. auch den Abschnitt 4.1. Dabei sind ein bis zwei Verhaltensregeln angemessen, wobei die entsprechenden Kompetenzen solange eingeübt werden, bis sie von den Lernenden beherrscht werden (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005).

Gleichzeitig erwerben die Schülerinnen und Schüler durch die kooperative Gruppenarbeit ebenfalls soziale Kompetenzen (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019). In diesem Zusammenhang ist es wichtig Kleingruppen, die Schwierigkeiten mit der Zusammenarbeit haben, nicht sofort aufzulösen,

da sie auf diese Weise keine Möglichkeit hätten aus den Problemen zu lernen bzw. soziale Kompetenzen (weiterzu-)entwickeln (Johnson & Johnson, 1999; vgl. auch Abschnitt 4.2).

Gruppenbewertung (Evaluation): Ausgehend von den eigenen Erfahrungen der Lernenden in der kooperativen Lernumgebung, aber auch den Beobachtungen der Lehrkraft wird am Ende der Gruppenarbeit bzw. Unterrichtsstunde die gemeinsame Arbeit reflektiert (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019). Es wird beispielsweise thematisiert inwiefern die Gruppe produktiv gearbeitet hat und ob sich Probleme ergeben haben bzw. inwiefern diese Probleme gelöst werden konnten (ebd.). Dabei geht das Lehrerfeedback an die gesamte Kleingruppe, aber auch an die einzelnen Lernenden (Green & Green, 2005).

Der soeben beschriebene Aspekt der Gruppenbewertung zeigt bereits die Rolle der Lehrkraft im kooperativen Lernen auf: Sie fungiert als Lernbegleiter und beobachtet den Lernfortschritt, aber auch die sozialen Geschehnisse in der Gruppenarbeit (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005). Darüber hinaus unterstützt die Lehrkraft die Lernenden bei Problemen (Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005).

Die Gruppeneinteilung beim kooperativen Lernen erfolgt in der Regel ebenfalls durch die Lehrkraft bzw. wird von der Lehrkraft angeleitet. Die Gruppen sollten (wie beim Team-Kleingruppen-Modell, vgl. z.B. Schulz-Wensky, 1996) heterogen eingeteilt werden (Slavin, 1995; Green & Green, 2005; Johnson & Johnson, 2008). Der Grund dafür liegt darin, dass sowohl bezogen auf den fachlichen Kompetenzzuwachs (im naturwissenschaftlichen Unterricht) (Saleh et al., 2005), als auch in Bezug auf den Erwerb sozialer Kompetenzen (Graumann, 2002) heterogene Gruppen geeigneter sind. Zur Einteilung der Kleingruppen schlagen Johnson und Johnson (1999) folgende Vorgehensweisen vor: Zufallsauswahl oder Zufallswahl unter Berücksichtigung eines bestimmten Kriteriums (ebd.), wobei derartige Kriterien z.B. vorhandene soziale bzw. sprachliche Kompetenzen (Green & Green, 2005) oder das Vorwissen (Slavin, 1995) sein können. Weiterhin nennen Johnson und Johnson (1999) die Möglichkeit der Einteilung nach bestimmten Interessen, Selbstauswahl durch die Schülerinnen und Schüler oder eine bewusste Gruppeneinteilung durch die Lehrkraft. Diesbezüglich eignet sich beispielsweise die Methode der Soziometrie (vgl. z.B Schulz-Wensky, 1996; vgl. auch Abschnitt 4.2).

Johnson und Johnson (1999) bzw. Johnson et al. (2005) unterscheiden drei verschiedene allgemeine Formen des kooperativen Lernens:

> „1. formelles kooperatives Lernen, das fast immer eingesetzt wird, wenn eine Stunde kooperativ gestaltet werden soll. 2. informelles kooperatives Lernen, das aus Lehrervorträgen und Vorführungen kooperative Erlebnisse macht. 3. Kooperative Langzeitteams, die sicherstellen, dass die Schüler auf lange Sicht von einem schulischen und persönlichen Kooperationssystem profitieren“ (Johnson et al., 2005, S. 21).

Dabei sind insbesondere kooperative Langezeitteams geeignet, damit sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig unterstützen und soziale Kompetenzen erwerben können (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008; vgl. auch Abschnitt 4.2).

Im Vergleich zu anderen Unterrichtsmethoden ist kooperatives Lernen effektiver (Effektstärke 0,41 nach Hattie, 2013; 0,7 nach Marzano, 2000;2003). Meta-Studien (Johnson & Johnson, 1989; Hattie, 2013) weisen ferner nach, dass kooperatives Lernen insbesondere dem kompetitiven und dem individuellen Lernen bezogen auf den Lernerfolg überlegen ist. Dabei liegen die Effektstärken von kooperativem Lernen im Vergleich zum kompetitiven Lernen bei 0,67 (Johnson & Johnson, 1989; nach Johnson et al., 2005) bzw. 0,54 (Hattie, 2013) und im Vergleich zum individuellen Lernen bei 0,64 (Johnson & Johnson, 1989; nach Johnson et al., 2005) bzw. 0,59 (Hattie, 2013). Roseth et al. (2008) weisen für Schülerinnen und Schüler in der Phase der frühen Adoleszenz (d.h. Lernende im Alter von 11-14 Jahre; Berk, 2011) ebenfalls nach, dass kooperatives Lernen gegenüber kompetitivem Lernen (Effektstärke 0,46) und individuellem Lernen (Effektstärke 0,55) zu einem höheren Lernerfolg führt. Auch die Meta-Analyse von Ginsburg-Block et al. (2006) zeigt, dass peer-unterstütztes Lernen einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg hat (Effektstärke 0,35).

In seiner Meta-Studie untersuchte Slavin (1995) ebenso den Einfluss des kooperativen Lernens im Vergleich zu anderen Unterrichtsmethoden (Effektstärke 0,26), wobei er auch die Auswirkungen unterschiedlicher kooperativer Lernformen präsentiert: im Vergleich zur Kontrollgruppe hat STAD eine Effektstärke von 0,32. Johnson et al. (2000) zeigen in ihrer Meta-Studie ferner auf, dass der in STAD verwendete Intergruppen-Wettbewerb verglichen mit kompetitivem Lernen eine Effektstärke von 0,51 und verglichen mit individuellen Lernen eine Effektstärke von 0,29 aufweist. Darüber hinaus zeigt Slavin (1993), dass die Effektstärke von kooperativem Lernen höher ist, wenn gemeinsame Ziele und individuelle Verantwortlichkeit berücksichtigt werden (Effektstärke 0,32; im Vergleich zu *nur gemeinsame Ziele*: 0,07 und *nur individuelle Verantwortlichkeit*: 0,07). Ferner ergänzen sich die positive Interdependenz bedingt durch ein gemeinsames Ziel in der Kleingruppe und eine Belohnung, auch wenn bereits die positive Interdependenz zur Erhöhung des Lernerfolgs ausreicht (Johnson et al., 2005). Der Effekt ist bei der Kombination dieser beiden Aspekte jedoch höher (ebd.).

Gründe für den höheren Lernerfolg bedingt durch kooperatives Lernen sieht Slavin (1993) (vgl. auch Konrad & Traub, 2019) in motivationalen Gründen, der Perspektive der sozialen Kohäsion, Entwicklungsperspektiven, der Perspektive der kognitiven Elaboration und der Organisationsperspektive. Hierbei sind diese Perspektiven jedoch nicht voneinander trennscharf abzugrenzen – vielmehr ergänzen sie einander (ebd.).

Gleichzeitig hat kooperatives Lernen auch positive Einflüsse auf die zwischenmenschliche Sympathie, die soziale Unterstützung der Lernenden und das Selbstwertgeführt (im Vergleich zum kompetitiven Lernen: zwischenmenschliche Sympathie: 0,67, soziale Unterstützung: 0,62, Selbstwertgeführt: 0,58; im Vergleich zum individuellen Lernen: zwischenmenschliche Sympathie: 0,6, soziale Unterstützung: 0,7, Selbstwertgeführt: 0,44) (Johnson & Johnson, 1989). Nach Ginsburg-Block et al. (2006) hat peer-unterstütztes Lernen zusätzlich einen Einfluss auf das Sozialverhalten der Schülerinnen und Schüler (Effektstärke 0,28), das Selbstkonzept (Effektstärke 0,18) und das Verhalten (Effektstärke 0,45). Insbesondere fördert auch die Reflexion am Ende der kooperativen Phase den Erwerb kooperativer Kompetenzen (Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008). Folglich sind soziale Kompetenzen „nicht nur Voraussetzung, sie sind auch Konsequenzen der Kooperation“ (Konrad & Traub, 2019, S. 54). Ein Erwerb sozialer Kompetenzen und insbesondere eine Förderung der Kooperationsfähigkeit ist dagegen in kompetitiven bzw. individuell gestalteten Lernumgebungen kaum möglich (Slavin, 1995) – in kooperativen Lernumgebungen dagegen schon (ebd.). Ferner hat kooperatives Lernen Einfluss auf die aktive Lernzeit (Slavin, 1995), die gegenseitige Unterstützung (Slavin, 1995; Johnson et

al., 2005), die Kontaktfreude (Johnson & Johnson, 2008), das Selbstwertgefühl (Slavin, 1995; Johnson et al., 2005) und den Zusammenhalt (Johnson & Johnson, 2008).

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen auf, dass kooperatives Lernen die Möglichkeit bietet den Erwerb fachlicher Kompetenzen mit dem Erwerb sozialer Kompetenzen (im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung bzw. des SEL (Reicher, 2010a)) zu vernetzen. Konrad und Traub formulieren sogar: „Kooperatives Lernen ist nur dann die ideale Lernform, wenn über den Wissenserwerb hinaus auch soziale Kompetenzen erreicht werden sollen" (ebd., S. 54). Somit sollte sich kooperatives Lernen für den inklusiven Unterricht im Sinne des SEL (Reicher, 2010a) eignen.

In den bisher vorgestellten Meta-Studien wurden Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf bzw. Schülerinnen und Schüler mit Lern- und/oder Gefühls- und Verhaltensstörungen jedoch nicht berücksichtigt bzw. es wurde nicht berichtet, ob diese Lernenden Teil der Stichprobe waren. Diese Schülergruppe wird jedoch im Rahmen des inklusiven Unterrichts vermehrt in allgemeinen Schulen unterrichtet, sodass der Fokus im Folgenden auch auf die Ergebnisse zum kooperativen Lernen mit dieser Schülergruppe gelegt wird.

Kooperatives Lernen wird als eine Möglichkeit betrachtet, um der Heterogenität von Lerngruppen zu begegnen (Jenkins & O'Conner, 2003), welche insbesondere in inklusiven Lerngruppen stark ausgeprägt ist. Ferner gilt kooperatives Lernen nach Meijer (2005) als wichtiger Faktor für das Gelingen von inklusiven Unterricht und ist eines der Kriterien des Classroom-Managements (vgl. auch Abschnitt 4.1), welches ebenfalls in inklusiven Lerngruppen in starkem Maße relevant ist.

Nach Brüning und Saum (2008) ermöglicht kooperatives Lernen die Möglichkeit eines individuellen Lernens und schafft die Möglichkeit zur Berücksichtigung individueller Lernzeiten. Gleichzeitig wird ein Lernen in der Zone der nächsten Entwicklung (Wygotski, 1987) bei heterogenen Kleingruppen realisiert (Brüning & Saum, 2008). Ferner erlaubt kooperatives Lernen eine Differenzierung nach oben und unten (ebd.).

Mit Bezug zum kooperativen Lernen im inklusiven Unterricht gibt es in Deutschland aktuell nur wenige empirische Studien (Green & Green, 2005; Büttner et al., 2012). Daher bietet es sich an den internationalen Forschungsstand näher zu betrachten. Hierbei wird zunächst der Fokus auf den Lernerfolg gelegt. Anschließend wird der Forschungsstand zu den Auswirkungen des kooperativen Lernens auf das Sozialverhalten und das Lern- und Arbeitsverhalten präsentiert.

Tateyama-Sniezek (1990) veröffentlichte ein Review zu Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf in kooperativ und nicht-kooperativ gestalteten Unterrichtsphasen (7 Studien). Lediglich drei dieser Studien konnten einen signifikant besseren Lernerfolg von Lernenden mit Förderbedarf beim kooperativen Lernen nachweisen, sodass Tateyama-Sniezek (1990) wie folgt ihre Ergebnisse zusammenfasst:

> „The only firm conclusion is that the opportunity for students to study together does not guarantee gains in academic achievement" (ebd., S. 436).

Stevens und Slavin (1995) argumentieren jedoch ausgehend vom Review von Tateyama-Sniezek (1990), dass der Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf höher ist, wenn die kooperativ gestalteten Lernumgebungen auch individuelle Verantwortlichkeit und Gruppenbelohnungen beinhalten.

In einem Update-Review (zum Review von Tateyama-Sniezek (1990)) von McMaster und Fuchs (2002) wurden insgesamt 15 Studien zwischen 1990 und 2000 einbezogen. Nur in

sechs der Studien konnten signifikante Effekte von kooperativem Lernen im Vergleich zu anderen Methoden bei Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen auf den Lernerfolg nachgewiesen werden, sodass auch hier die Ergebnisse uneinheitlich sind. Gleichzeitig konnten die Autoren die oben genannte Aussage von Stevens und Slavin (1995) bestätigen: In den elf Studien, bei denen individuelle Verantwortlichkeit und Gruppenbelohnungen berücksichtigt wurden, beträgt die mittlere Effektstärke (von kooperativem Lernen im Vergleich zu anderen Methoden) 0,30, während in den übrigen vier Studien lediglich eine mittlere Effektstärke von 0,09 erreicht wurde (McMaster & Fuchs, 2002, S. 107). Ein Grund für die geringe Effektstärke kann jedoch auch in der geringen Anzahl an Teilnehmerinnen und Teilnehmern bzw. der kurzen Implementationszeit gesehen werden (ebd.). Darüber hinaus vergleichen McMaster und Fuchs (2002) auch die Implementation von kooperativem Lernen in Förderschulen und im inklusiven Unterricht. Hierbei ermitteln die Autoren die Effektstärken (von kooperativem Lernen im Vergleich zu anderen Methoden) 0,27 (Förderschule) und 0,44 (inklusiver Unterricht). Die Analyse dieser Effektstärken lässt jedoch nicht automatisch die Aussage zu, dass inklusiver Unterricht dem Unterricht in Förderschulen überlegen ist, weil die Schülerinnen und Schüler mit Lernschwächen im inklusiven Unterricht mehr Unterstützung durch ihre Mitschülerinnen und Mitschüler erhalten (ebd.). Gleichzeitig kann der Grund jedoch auch darin gesehen werden, dass die beiden Gruppen nicht vergleichbar sind, weil Schülerinnen und Schüler mit stärkeren Lernstörungen eher in Förderschulen unterrichtet werden (ebd.).

Im Review von Sutherland et al. (2002) wurden Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen berücksichtigt (acht Studien). In Bezug auf den Lernerfolg gab in den meisten berücksichtigten Studien keine signifikanten Effekte, die kooperatives Lernen einer anderen Unterrichtsform bevorzugen (ebd.).

Garrote et al. (2017) stellten in ihrem Review dagegen fest, dass Peer-Tutoring und kooperatives Lernen einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg von Lernenden mit sonderpädagogischem Förderbedarf (als auch auf den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern ohne Förderbedarf) in inklusiven Lerngruppen haben können.

Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass alle der vorgestellten Studien und Reviews zu uneinheitlichen Ergebnissen kommen, sodass noch keine gesicherten Aussagen zum Lernerfolg bei Schülerinnen und Schülern mit Lern- bzw. Gefühls- und Verhaltensstörungen beim kooperativen Lernen gemacht werden können. Dies liegt nach McMaster und Fuchs (2002) insbesondere daran, dass zum jetzigen Zeitpunkt kaum Studien vorliegen, die kooperative Lernformen im Vergleich mit anderen Methoden bei Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf untersuchen. Gleichzeitig kritisieren McMaster und Fuchs (ebd.), dass kaum Studien vorliegen, die untersuchen, inwiefern der Leistungsunterschied von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Förderbedarf durch kooperatives Lernen verringert werden kann.

Die Wirkung von kooperativen Lernformen sollte jedoch nicht auf den Lernerfolg reduziert werden (vgl. auch letzter Abschnitt, ebd.). So schreiben McMaster und Fuchs (ebd.) in diesem Zusammenhang:

> „Whereas other ‚best practice' interventions might yield academic gains equivalent or superior to CL outcomes, teachers and parents may prefer CL [Cooperative Learning] because of its potential to improve overall school experience of students with LD [learning disabilities]" (ebd., S. 115).

In diesem Zusammenhang werden die Vorteile von kooperativen Lernen im inklusiven Unterricht in der Förderung des Sozialverhaltens gesehen (Büttner et al., 2012). Auch Hennemann et al. (2017) sehen in kooperativem Lernen eine Möglichkeit der Förderung sozialer und emotionaler Kompetenzen. Diese Aussagen lassen sich mit dem Review von Sutherland et al. (2002) unterstützen, wo die drei involvierten Studien, die das Sozialverhalten der Lernenden untersuchten, signifikante Effekte zeigten. Ein besonderer Vorteil wird in diesem Zusammenhang in der Förderung der Kooperationsfähigkeit gesehen (Röhr, 1995; Jenkins et al., 2003).

Einen weiteren Vorteil des kooperativen Lernens sieht Ewald (2015) in einer Verbesserung des schulbezogenen Verhaltens der Lernenden:

> „Die Schülergruppe mit Verhaltensauffälligkeiten beispielsweise, kann durch das kooperative Lernen Verhaltensvorbilder erleben und durch die Struktur einen ritualisierenden Unterricht erfahren, der ihnen Sicherheit gibt, sich situationsgerecht zu verhalten“ (ebd., S. 5).

Während das Review von Sutherland et al. (2002) in Bezug auf störendes Verhalten keine signifikanten Effekte zeigt (1 Studie), beschreibt Slavin (1995) die Ergebnisse einer Studie zum kooperativen Lernen, bei der Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf ein besseres Verhalten zeigten, als die Lernenden mit Förderbedarf der Kontrollgruppe. Darüber hinaus wurden das Verhalten der Schülerinnen und Schüler in der Experimentalgruppe (kooperatives Lernen) identisch dem Verhalten der Lernenden ohne Förderbedarf in der Kontrollgruppe bewertet (ebd.).

Weitere Vorteile von kooperativem Lernen sind nach Jenkins et al. (2003) (aus Lehrersicht) bei Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen, dass das Selbstwertgefühl verbessert wird. Ferner wird die sichere Umgebung der Kleingruppe und die höhere Erfolgsrate hervorgehoben (ebd.). Darüber hinaus hat die Stimme der einzelnen Lernenden in der kooperativen Kleingruppe mehr Gewicht und die Partizipation ist höher als im regulären Unterricht (ebd.).

Gleichzeitig gelingt kooperatives Lernen nicht immer (ebd.). Gründe dafür werden in fehlenden sozialen Kompetenzen und externalisierendem Verhalten, Aufmerksamkeitsschwierigkeiten, geringer Motivation und kognitiven Lernschwächen gesehen (ebd.). Insbesondere ist das Finden geeigneter Lernpartner bei Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen für Lehrkräfte eine Herausforderung (Jenkins & O’Conner, 2003), weil viele Schülerinnen und Schüler nicht mit ihnen arbeiten möchten (vgl. auch Putnam et al., 1997). Auch kommt es zu einer ungeeigneten Arbeitsteilung und die Lernenden lenken sich gegenseitig ab (Türck et al., 2018). Einigen dieser genannten Schwierigkeiten kann durch ein geeignetes Classroom-Management (vgl. Abschnitt 4.1) bzw. eine Förderung von sozialen Kompetenzen (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Johnson et al., 2008; Büttner et al., 2012; Konrad & Traub, 2019) und des Lern- und Arbeitsverhalten begegnet werden. Dennoch ist auch aus Sicht von Jenkins und O’Conner (2003) diesbezüglich zu sagen:

> „CL [Cooperative Learning] is a blunt instrument that depending on it’s form and implementation may or may not help students with LD [learning difficulties]“ (ebd., S. 427).

Folglich lassen sich mit Bezug auf Schülerinnen und Schülern mit Lern- bzw. Gefühls- und Verhaltensstörungen feststellen, dass die Ergebnisse bezüglich der Förderung akademischer bzw. sozialer Kompetenzen und dem Lern- und Arbeitsverhalten nicht eindeutig sind. Entsprechend ist hier weitere Forschung bezüglich dieser Schülergruppe zur gemeinsamen bzw. dualen Förderung obiger Kompetenzen notwendig.

Zusammenfassung:

Kooperatives Lernen ist durch die Bedingungen positive Interdependenz, individuelle Verantwortlichkeit, unterstützende Interaktion, soziale Kompetenzen und Gruppenbewertung (Evaluation) gekennzeichnet (z.B. Johnson et al., 2005).

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bietet das kooperative Lernen ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:

Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperationsfähigkeit	Selbstständigkeit
✓	✓	✓	✓
z.B. Hattie, 2013	z.B. Roseth et al., 2008	z.B. Jenkins et al., 2003	z.B. Wocken, 2013

Gleichzeitig muss in diesem Zusammenhang beachtet werden, dass die Ergebnisse bei Lernenden mit Lernstörungen bzw. Gefühls- und Verhaltensstörungen zum kooperativen Lernen nicht eindeutig sind.

Nähere Details zur sozialen Integration und kooperativem Lernen findet man in Abschnitt 4.4.3. Daher ist dieser Zusammenhang in der obigen Übersicht grau dargestellt.

4.4 Möglichkeiten zur Förderung der sozialen Integration

Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen haben eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss aus ihren inklusiven Lerngruppen (von Salisch, 2008; Reicher, 2010a; Ellinger & Stein, 2012; Krull et al., 2014b; Krull et al., 2017). Hierbei hängt die soziale Integration von Schülerinnen und Schülern in starkem Maße von der eigenen Schulleistung und der eigenen Leistungsmotivation ab (Huber, 2008). Einen schwachen Einfluss auf die soziale Integration von Lernenden haben darüber hinaus die Faktoren „Belastbarkeit, Selbstreflexion, Selbstständigkeit, Sozialer Rückzug, Aggressivität und Sozialkompetenz der Einfluss sozialer Faktoren [...]“ (ebd., Seite 184). Die oben genannten Erkenntnisse sind insofern problematisch, da „soziale Integration als eine der Gelingensbedingungen schulischer Inklusion“ (Kulawiak & Wilbert, 2015, S. 242) gilt. Folglich ist es notwendig die soziale Integration von Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen zu verbessern. Hierzu sind Didaktik und die (darin verortete) Methodik der einzelnen Fächer von besonderer Bedeutung (Slavin, 1995; Ewald, 2016; Ewald und Huber, 2017), sodass jedes Fach bzw. jede Fachdidaktik die explizite Aufgabe der Entwicklung (fachspezifischer) Methoden zur Verbesserung der sozialen Integration von Lernenden im inklusiven Unterricht erhält.

In Anlehnung an Allport (1971; 1979) schlagen Stephan und Stephan (2005) folgende Intergroup-Relation-Programme zur Verringerung von Vorurteilen und damit zur Verbesserung der sozialen Integration vor:

(a) *formal educationale methods* (Allport, 1971; 1979) (*multicultural education* bei Stephan und Stephan, 2005): Ausgangspunkt dieser Programme ist, dass fehlende soziale Interaktionen eine Folge von mangelndem Wissen über die Fremdgruppe sind (Huber, 2019). Diese Programme sind nach Stephan und Stephan (2005) bzw. Huber (2019) dadurch gekennzeichnet, dass sie den Beteiligten Informationen und Einstellungen vermitteln. Gleichzeitig gilt es auch sich stärker mit der eigenen Identität auseinanderzusetzen. In der Regel werden diese Ziele durch das Lesen von Informationstexten erreicht (Stephan & Stephan, 2005).
(b) *group retraining methods* (Allport, 1971; 1979) (*diversity trainings* bei Stephan und Stephan, 2005): In diesen Programmen werden nach Stephan und Stephan (ebd.) bzw. Huber (2019) sowohl Vorträge, als auch das eigenständige Lesen von Texten, sowie interaktive Elemente, wie z.B. Rollenspiele genutzt, um die Einstellungen der „majority group" (Stephan & Stephan, S. 435) zu verändern.
(c) *contact and acquaintance programs* (Allport, 1971; 1979) (*intergroup dialogues* bzw. *cooperative learning* bei Stephan und Stephan, 2005): Die von Allport (1971; 1979) genannte Möglichkeit *contact and acquaintance programs* wird von Stephan und Stephan (2005) in zwei verschiedene Programmtypen aufgeteilt:
    (1) *intergroup dialogues* (ebd.): Bei dieser Form von Programmen geht es darum, dass sich die Vorurteile von zwei Gruppen durch Gruppendiskussionen und gemeinsame Erfahrungen reduzieren (ebd.). Hierbei spielen die Kontaktbedingungen von Allport (1971; 1979; vgl. Abschnitt 4.4.1) eine entscheidende Rolle.[46]
    (2) *cooperative learning* (ebd.): Diese Programm-Form wurde bereits in Abschnitt 4.3 vorgestellt. Zusammenhänge zwischen dem kooperativen Lernen und der sozialen Integration werden in Abschnitt 4.4.3 aufgezeigt.

Die bisher genannten Möglichkeiten zur Verringerung von Vorurteilen wurden ursprünglich für die Veränderung von Einstellungen zwischen zwei Gruppen mit ethnischen Unterschieden entwickelt (Allport, 1971; 1979; Stephan & Stephan, 2005). Sie können jedoch grundsätzlich auch auf andere Gruppen übertragen werden. Cloerkes (1982; 1985; 1997) nennt Möglichkeiten zur Verringerung von Vorurteilen zwischen Menschen mit und ohne Behinderungen.[47] Diese Möglichkeiten sind:

1) Informationsstrategien: Ausgehend von der Tatsache, dass Menschen ohne Behinderung zu wenig über Menschen mit Behinderungen und die verschiedenen

[46] Für die von Stephan und Stephan (2005) genannten Intergroup-Relation-Programme (ohne kooperatives Lernen – (c2)) ermitteln die Autoren in einer Meta-Analyse eine Effektstärke von 0,25 für Einstellungsveränderungen und 0,38 für Verhaltensänderungen. Allerdings führen Stephan und Stephan (ebd.) die Kritik an, dass die in der Meta-Analyse genutzten Studien sehr divers sind. Angaben zu den Effekten kooperativen Lernens auf die Reduktion von Vorurteilen bzw. die soziale Integration findet man in Abschnitt 4.4.3.

[47] An dieser Stelle sollte darauf verwiesen werden, dass Cloerkes (1982; 1985; 1997) die Arbeiten von Allport (1971; 1979) bekannt sind und dass er auch auf sie verweist. Insbesondere zeigt sich, dass sich einige der von Allport (1971; 1979) und Cloerkes (1982; 1985; 1997) genannten Möglichkeiten überschneiden (vgl. auch Tabelle 6).

Formen von Behinderung wissen, klären Informationsstrategien hierüber auf (ebd.). Schwierigkeiten von Informationsstrategien sind das „Zugangsproblem“ (Cloerkes, 1997, S. 113) – es kann nicht davon ausgegangen werden, dass Menschen ohne Behinderungen Interesse an diesen Programmen haben (ebd.) – und insbesondere muss der „Bumerang-Effekt“ (ebd., S. 114), bei dem sich die Vorurteile noch verstärken können, berücksichtigt werden (ebd.).

2) Kontakt: Diese Form von Programmen wird in Abschnitt 4.4.1 näher vorgestellt.
3) Simulation von Behindertsein / Rollenspiel: Hierbei werden für einen nichtbehinderten Menschen Situationen simuliert, welche das Hineinversetzen in z.B. einen Menschen im Rollstuhl ermöglichen (ebd.).
4) Einwirkung auf persönlichkeitsspezifische Merkmale: Bei dieser Vorgehensweise geht es darum durch Psychotherapie Modifikationen an einer Person vorzunehmen und auf diese Weise Vorurteile zu verringern (ebd.).
5) Veränderung des normativen Kontexts: Inwiefern ein Mensch behindert ist oder nicht hängt von den geltenden Normen ab bzw. eine „Abweichung des behinderten Menschen von so wichtigen Werten wie Leistung, Gesundheit, Intelligenz und Funktionstüchtigkeit [kann] die ungünstige soziale Reaktion erst“ (Cloerkes, 1997, S. 129) begründen. Eine Veränderung der Normen kann jedoch dazu führen, dass Andersartigkeit aus einem anderen Blickwinkel gesehen wird (ebd.). Nachteil dieser Methode ist jedoch, dass die Veränderungen sich nicht auf kurzen Zeitskalen abspielen können (ebd.).

Darüber hinaus bietet es sich nach Cloerkes (ebd.) an, verschiedene Strategien zu kombinieren, um die Effekte zu steigern. Ferner gilt: „Je früher die Beeinflussung der Einstellungsentwicklung stattfindet, desto höher sind die Erfolgsaussichten einzuschätzen“ (Cloerkes, 1997, S. 111). Da gerade im Kontakt ein wichtiger Einflussfaktor auf die Reduktion von Vorurteilen und somit der Verbesserung der sozialen Integration gesehen wird, wird die sogenannte Kontakttheorie (ursprünglich formuliert von Allport, 1971; 1979) im folgenden Abschnitt näher beschrieben.

4.4.1 Die Kontakttheorie

In häufigem *Kontakt* von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Gefühls- und Verhaltensstörungen bzw. Förderbedarf wird in einer Reihe von Veröffentlichungen die Möglichkeit zur Verringerung von Vorurteilen und damit auch die Möglichkeit zur Verbesserung der sozialen Integration gesehen (Cloerkes 1982; 1997, Ewald, 2016; Ewald & Huber, 2017; Huber, 2019; vgl. auch Allport 1971; 1979, Pettigrew & Tropp, 2005).[48] „Kontakt soll dazu beitragen, diese Fremdheit abzubauen und Vertrautheit zu schaffen“ (Cloerkes, 1997, S. 120). Kontakt allein ist jedoch nicht ausreichend (ebd.; Allport 1971; 1979). Vielmehr müssen bestimmte Bedingungen erfüllt sein, damit sich bei Kontakt auch die gewünschten Effekte erzielen lassen (ebd.). So schreibt Allport (1971):

> „Vorurteile können (wenn sie nicht tief in der Persönlichkeitsstruktur des einzelnen verwurzelt sind) durch einen Kontakt mit **gleichem Status** zwischen Majorität und Minderheiten in der **Anstrebung gemeinsamer Ziele** verringert werden. Die

[48] Im Rahmen dieses Projekts beziehe ich mich ebenfalls auf die Methode des *Kontakts*. Überlegungen zwischen den Zielen des Physikunterrichts und den genannten Möglichkeiten zur Verminderung des sozialen Ausschlusses zeigen über den Kontakt hinaus auch keine bzw. nur sehr geringe Überschneidungen.

> Wirkung ist sehr viel größer, wenn der Kontakt **durch die öffentlichen Einrichtungen unterstützt wird** (das heißt durch Gesetze, Sitten und örtliche Atmosphäre) und vorausgesetzt, der Kontakt führt zur Entdeckung gemeinsamer Interessen und der gemeinsamen Menschlichkeit beider Gruppen“ (Allport, 1971, S. 286).

Entsprechend dieser Aussage von Allport (1971) formulieren Pettigrew und Tropp (2005) vier Bedingungen für einen qualitativ hochwertigen Kontakt. Deutsche Übersetzungen der Kriterien finden sich beispielsweise bei Huber (2019):

(1) *Equal group status* (Pettigrew und Tropp, 2005) (*gleicher Status* (Huber, 2019)): Der Begriff des gleichen Status wird in der Literatur nicht eindeutig definiert (Pettigrew & Tropp, 2005; Ewald & Huber, 2017). Hierbei ist nach Ewald und Huber (2017) nicht deutlich, ob es sich hierbei um ein identisches Alter oder Geschlecht bzw. die Herkunft einer Person handelt. Huber (2019) dagegen definiert den Status darüber, dass die Beteiligten „die gleichen Rechte und Pflichten“ (ebd., S. 31) haben.
(2) *Common goals* (Pettigrew und Tropp, 2005) (*Zielgleichheit* (Huber, 2019)): Der Kontakt sollte davon geprägt sein, dass die beteiligten Personen gemeinsame Ziele verfolgen (Pettigrew & Tropp, 2005; Huber, 2019).
(3) *Intergroup Cooperation* (Pettigrew und Tropp, 2005) (*Positive Interdependenz* (Huber, 2019)): Der Kontakt sollte von Kooperation und nicht von Wettbewerb gekennzeichnet sein (Pettigrew & Tropp, 2005; Huber, 2019). Der Begriff der positiven Interdependenz wurde ausführlich in Abschnitt 4.3 behandelt.
(4) *Support of authorities, law, or custom* (Pettigrew und Tropp, 2005) (*Legitimation durch Autorität* (Huber, 2019)): Der Kontakt sollte durch Autoritäten (z.B. in Form von Gesetzen bzw. Regeln) unterstützt werden.

Diese Kriterien ergänzt Huber (2019), ausgehend von der empirischen Forschung, durch die folgenden Kriterien:

(5) *Qualität des Kontakts* (ebd.): Mit diesem Kriterium meint Huber (ebd.), dass der Kontakt von allen Beteiligten positiv gesehen wird.
(6) *Länge des Kontakts* (ebd.): (qualitativ hochwertige) Kontakte sollten häufig und über einen längeren Zeitraum stattfinden.
(7) *Intimität des Kontakts* (ebd.): Kontakte sind dann intim, wenn sie die Möglichkeit zur „Selbstoffenbarung [...] der eigenen Persönlichkeit“ (ebd., S. 31) beinhalten.
(8) *Zwanglosigkeit des Kontakts* (ebd.): Kontakt sollte freiwillig sein (ebd.).

Auch Cloerkes (1997) hat sich mit dem Kontakt (zwischen Behinderten und Nicht-Behinderten) Menschen beschäftigt, wobei seine Überlegungen von den beiden folgenden Hypothesen ausgehen: „

1. Personen, die über Kontakte mit Behinderten verfügen, werden günstigere Einstellungen gegenüber Behinderten zeigen als Personen, die keine derartigen Kontakte haben oder hatten.

2. Je häufiger Kontakt mit Behinderten bestanden hat, um so positiver wird die Einstellung des Betreffenden sein“ (ebd., S. 121).

Gleichzeitig arbeitet Cloerkes (1982; 1985; 1997) heraus, dass die Häufigkeit des Kontakts allein nicht entscheidend ist, sondern, dass die Intensität des Kontakts die relevante Größe darstellt. Entsprechend relativiert er seine zweite Hypothese. Mit *Intensität des Kontakts* meint Cloerkes, dass dem Kontakt „affektive, gefühlsmäßige Bindungen zugrundeliegen. ‚Freude am Kontakt' und ‚positive Gefühle' beim Zusammensein mit einer behinderten Person haben darum einen günstigen Einfluss auf die Einstellung“ (ebd., 1982, S. 566; ebd., 1997, S. 121). Dies ist insofern entscheidend, da von den drei Komponenten der Einstellung nach Cloerkes (1985; 1997) (kognitive Komponente, affektive Komponente und Handlungskomponente) insbesondere die affektive Komponente beim Kontakt angesprochen werden muss bzw. relevant ist (ebd.). Entsprechend ist die Intensität des Kontakts für Cloerkes (1982; 1985; 1997) das entscheidende Kriterium. Darüber hinaus sollte der Kontakt nach Cloerkes (1982; 1985; 1997) freiwillig sein und auch die Möglichkeit bieten den Kontakt zu begrenzen bzw. abzubrechen. Gleichzeitig führt Cloerkes (ebd.) jedoch an, dass Kontakte in der Schule dieses Kriterium nur selten erfüllen können. Ferner wirkt die Tatsache, dass Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen (von Salisch, 2008; Reicher, 2010a; Ellinger & Stein, 2012; Krull et al., 2014b; Krull et al., 2017) bzw. mit Förderbedarf (Bless, 2000; Huber, 2006; Bless & Mohr, 2007; Huber & Wilbert, 2012; Krull et al., 2014a; Kulawiak & Wilbert, 2015) eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss haben – vgl. auch Abschnitt 3.5.1 – dem Kriterium nach einem freiwilligen Kontakt offensichtlich entgegen. Darüber hinaus wirkt es sich günstig auf den Abbau von Vorurteilen aus, wenn eine *relative Statusgleichheit* (Cloerkes, 1982; 1985; 1997) gewährleistet ist. Auch hebt Cloerkes (ebd.) das Verfolgen gemeinsamer Ziele als Bedingung für einen optimalen Kontakt hervor und „die Erwartung einer gewissen ‚Belohnung' aus der sozialen Beziehung“ (Cloerkes, 1982, S. 566; 1997, S. 122). Diese Belohnung kann sowohl materieller Art (vgl. z.B. Belohnung bei der STAD-Methode, Slavin (1995)), als auch im Wissen bestehen, dass man sich in kommenden Gruppenarbeiten auch unterstützt (Cloerkes, 1982; 1997). Ferner ist für Cloerkes (1982; 1985; 1997) die emotionale Fundierung des Kontakts wichtig.

Die Kontaktbedingungen nach Allport (1971; 1979) bzw. Huber (2019) und nach Cloerkes (1982; 1985; 1997) weisen gewisse Überschneidungen auf. In beiden Fällen spielt der Status der Beteiligten eine Rolle, auch wenn der Begriff des Status nur schwer zu operationalisieren ist (Pettigrew & Tropp, 2005; Ewald & Huber, 2017). Ferner wird in den Kriterien nach Allport (1971; 1979) bzw. Huber (2019) und nach Cloerkes (1982; 1985; 1997) jeweils die Freiwilligkeit des Kontakts, die Häufigkeit bzw. Länge des Kontakts, die Qualität des Kontakts im Sinne von positiven Gefühlen und Freude am Kontakt, sowie die Zielgleichheit genannt. Die *Legitimation durch Autorität* (Allport, 1971; 1979; Pettigrew und Tropp, 2005) bzw. Huber (2019) wird bei Cloerkes nicht explizit benannt, auch wenn das Kriterium je nach Auslegung mit dem Kriterium „Erwartung einer gewissen ‚Belohnung' aus der sozialen Beziehung“ (Cloerkes, 1982; 1985; 1997, S. 122) zusammenhängt. Wenn die Belohnung durch die Lehrkraft als nicht-materielle (z.B. Lob) oder materielle Belohnung vergeben wird, ist der Zusammenhang gegeben. Wenn die Belohnung jedoch darin besteht, dass man sich innerhalb der Gruppe in Zukunft gegenseitig unterstützt, ist dies unabhängig von der Lehrkraft (= der Autorität).

In ihrer Meta-Studie konnten Pettigrew und Tropp (2006) nachweisen, dass sich Kontakt über verschiedene Gruppen hinweg positiv auf die Reduktion von Vorurteilen auswirkt. Über alle 515 Studien mit 713 unabhängigen Stichproben hinweg ergibt sich eine

Effektstärke von -0,225 (ebd.). Dabei gibt es einen signifikanten Unterschied, ob die Kontaktbedingungen von Allport (1971; 1979) erfüllt sind (Effektstärke: -0,287), oder nicht (Effektstärke: -0,204) (Pettigrew & Tropp, 2006). Folglich sind diejenigen Programme erfolgreicher, bei denen die Kontaktbedingungen erfüllt sind. Dennoch kann es auch zu einer Reduktion von Vorurteilen bzw. einer Verbesserung der sozialen Integration kommen, wenn die Kontaktbedingungen nicht (vollständig) erfüllt sind (ebd.). Gleichzeitig zeigen die Daten von Pettigrew und Tropp (2006), dass insbesondere das Kriterium *Legitimation durch Autorität* (Allport, 1971; 1979; Pettigrew und Tropp, 2005) einen großen Einfluss besitzt.

Bedingungen nach Allport (1971; 1979) (oben); ergänzt durch weitere Bedingungen aus Huber (2019) (unten)	Bedingungen nach Cloerkes (1997):
gleicher Status (Allport, 1971;1979; Huber, 2019) *gemeinsame Ziele* (ebd.) *positive Interdependenz* (ebd.) *Legitimation durch Autorität* (ebd.)	„*Nicht [nur] die Häufigkeit* des Kontakts [...] ist entscheidend, sondern seine Intensität“ (ebd., S. 122), d.h. die *„Freude am Kontakt“* (ebd., S. 121) und *„positive Gefühle“* (ebd., S. 121) beim Kontakt sind entscheidend Günstig wirken sich folgende Aspekte auf die Verbesserung der sozialen Integration aus:
qualitätsvoller Kontakt (Huber, 2019) *möglichst langer Kontakt* (ebd.) *möglichst intimer Kontakt* (ebd.) *zwangloser Kontakt* (ebd.)	*Emotional fundierter Kontakt* (ebd.) *freiwilliger Kontakt* (ebd.) *Statusgleichheit* (ebd.) „Erwartung einer gewissen ‚Belohnung’ aus der sozialen Beziehung“ (ebd., S. 122) „Verfolgung gemeinsamer wichtiger Aufgaben und Ziele“ (ebd., S. 122)

Tabelle 6: Kriterien für einen qualitativ hochwertigen Kontakt nach Allport (1971), Huber (2019) und Cloerkes (1997).

Darüber hinaus bestimmen Pettigrew und Tropp (2006) für Schülerinnen und Schüler in der Phase der Adoleszenz eine Effektstärke von -0,208 für die Reduktion von Vorurteilen bedingt durch Kontakt. Kritisch anzumerken ist, dass sich die verwendeten Studien hauptsächlich auf ethnische Unterschiede beziehen (z.B. Pettigrew & Tropp, 2006; Huber, 2019) und die Übertragbarkeit somit fraglich ist.[49]

Cloerkes analysierte mehr als 200 Studien daraufhin, ob sich durch den Kontakt von behinderten und nichtbehinderten Menschen Vorurteile reduzieren lassen (Cloerkes, 1997). Er kommt zu dem Ergebnis, dass sich in fast 60% der Studien positivere Einstellungen ergeben. Gleichzeitig weist er auf die methodische Schwäche seiner Meta-Studie hin, da sich die Variable Kontakt nur schwer operationalisieren lässt. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch Yuker (1988): Bei einer Analyse von 274 Studien wiesen 51% eine positive

[49] In der Studie von Pettigrew und Tropp (2006) wurden auch Personen mit körperlichen Behinderungen und geistigen Behinderungen berücksichtigt. Die Ergebnisse werden weiter unten präsentiert.

Veränderung, 39% keine Veränderung und 10% eine negative Veränderung auf (ebd., nach Cloerkes, 1997).

Gleichzeitig weist Cloerkes (1997) darauf hin, dass sich bei Kontakt mit Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen oftmals die Ablehnung noch weiter verstärkt. Allgemein kommt er zu dem Schluss, dass

> „Kontakte zwischen behinderten und nichtbehinderten Kindern […] also sowohl positive wie negative Rückwirkungen auf die Einstellungen haben [können], was wiederum die enorme Bedeutung der qualitativen Kontaktbedingungen unterstreicht“ (ebd., S. 125).

In der Meta-Studie von Pettigrew und Tropp (2006) wurden nicht nur Effekte über zwei verschiedene Gruppen allgemein hinweg ermittelt. Vielmehr wurden die Effektstärken auch für verschiedene Zielgruppen ermittelt. Für körperliche Behinderungen (*physically disabled*) liegt die Effektstärke mit –0,243, während die Effektstärke bei geistigen Behinderungen (*mentally disabled*) mit –0,207 geringer ausfällt. Folglich bietet Kontakt die Möglichkeit Vorurteile zu reduzieren und somit die soziale Integration zu verbessern. Allerdings muss hierbei berücksichtigt werden, dass im Vergleich zur Anzahl der Studien mit ethnischen Unterschieden, die Anzahl an Studien bei Schülerinnen und Schülern mit körperlicher oder geistiger Behinderung recht gering ist (Pettigrew & Tropp, 2006, vgl. auch Huber, 2019). Gleichzeitig haben sich insgesamt nur wenige Studien auf inklusive Lerngruppen in der Schule konzentriert (Huber, 2019). Entsprechend ist an dieser Stelle weitere Forschung notwendig, inwiefern sich die Kontakttheorie tatsächlich für die Verbesserung der sozialen Integration in der Schule eignet. Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen wurden ferner in diesen Studien nicht explizit beachtet.

4.4.2 Erweiterung der Kontakttheorie im SULKI-Modell (Huber, 2019)

Ausgehend von einem Review von Carter und Hughes (2005) nennt Huber (2019) drei Theorien, die zur Verbesserung der sozialen Integration herangezogen werden können.

(1) Sozial-Kompetenz-Defizit Modell (nach Asher et al., 1982): Bei der Erklärung mangelhafter sozialer Integration mit dem Sozial-Kompetenz-Defizit Modell wird davon ausgegangen, dass dem sozial ausgegrenzten Kind soziale Kompetenzen fehlen (Asher et al., 1982; Huber, 2019). Eine Folgerung ist somit, dass die sozialen Kompetenzen der Lernenden – und insbesondere die der ausgegrenzten Schülerinnen und Schüler – explizit gefördert werden müssen (ebd.). Für die Schulpraxis ist in diesem Zusammenhang nach Huber (2019) jedoch zu beachten, „dass die Förderung der sozialen Kompetenzen ausgegrenzter Schüler/innen zwar grundsätzlich ein sinnvoller Ansatzpunkt zur Förderung der sozialen Integration sein kann, in der Schulpraxis jedoch ein differenzierterer und systematischerer Umgang mit diesem Ansatz erforderlich ist“ (ebd., S. 30). Entsprechend sind eine geeignete Diagnostik und eine dementsprechende Förderung von sozialen Kompetenzen entscheidend (ebd.).
(2) Kontakttheorie (nach Allport, 1971; 1979): Die Kontakttheorie wurde ausführlich im vorherigen Abschnitt beschrieben.
(3) Soziale Referenzierungstheorie (nach Feinman, 1992): Die soziale Referenzierungstheorie geht davon aus, dass sich kleine Kinder (bei Anwesenheit

ihrer Eltern) in ihnen unbekannten Situationen am Verhalten der Eltern orientieren (Feinman, 1992; Huber, 2011; Huber, 2019). In der Schule kann dies auf die Lehrkraft übertragen werden (Huber, 2019). Insbesondere nach einem Schulwechsel (z.B. von der Grundschule in die weiterführende Schule) erleben Schülerinnen und Schüler für sie unbekannte Situationen. „Setzt man voraus, dass Schüler insbesondere in der Gründungsphase einer Schulklasse besonders häufig nach sozialen Referenzen suchen, könnte dem Verhalten der Lehrkraft gegenüber eine entscheidende Rolle bei der Bildung sozialer Hierarchien zukommen" (Huber, 2011, S. 23). Entsprechend spielt das Feedback der Lehrkraft eine wichtige Rolle (Huber, 2011; Huber et al., 2015; Huber, 2019), wobei negatives Feedback der Lehrkraft eine stärkere (negative) Wirkung auf die soziale Integration hat als positives Feedback (Huber et al., 2015)[50]. Entsprechend sollte negatives Feedback eher im individuellen Gespräch mit der jeweiligen Schülerin bzw. dem jeweiligen Schüler gegeben werden (Huber, 2019). Ferner sollte positives Feedback öffentlich gegeben werden (ebd.).

Nach Huber (2019) sind die drei beschriebenen Ansätze nicht unabhängig voneinander. Vielmehr ist es aus „schulpraktischer Sicht naheliegend, dass es zwischen den Ansätzen zu Wechselwirkungen kommt, die sich sowohl positiv als auch negativ verstärken können" (ebd., S. 36). So ist eine ausreichend ausgeprägte Sozialkompetenz Voraussetzung für einen geeigneten Kontakt (z.B. beim kooperativen Lernen) und muss entsprechend gefördert werden (vgl. Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019, Huber, 2019). Gleichzeitig wirkt sich Kontakt (z.B. beim kooperativen Lernen) positiv auf Sozialkompetenz aus (z.B. Slavin, 1995; Ginsburg-Block et al., 2006; Konrad & Traub, 2019). Ferner wirkt sich im Sinne des Kriteriums *Legitimation durch Autorität* (Huber, 2019) das Lehrerfeedback auf den Kontakt aus. Gleichzeitig erhöht ein geeignetes Lehrerfeedback im Sinne des Kriteriums *Freiwilligkeit* auch die Wahrscheinlichkeit, dass Schülerinnen und Schüler in eine Kleingruppe gewählt werden (Huber, 2019). Ein geeigneter Kontakt im Sinne der Kontaktbedingungen wiederum begünstigt ein positives Lehrerfeedback (ebd.). Darüber hinaus wechselwirken das *Lehrerfeedback* und die *sozialen Kompetenzen* der Lernenden miteinander (ebd.). Hiermit meint Huber (ebd.), dass angemessene Sozialkompetenzen eher zu einem positiven Feedback führen werden. Negatives Feedback würde entsprechend vermieden.

Eine Folgerung aus diesen Ausführungen ist das theoretische SULKI-Modell von Huber (2019). Hierbei stehen die Buchstaben für: S: Sozialkompetenz, U: Unterricht (im Sinne der Methoden zur Verbesserung der sozialen Integration nach Stephan und Stephan (2015)) L: Lehrerfeedback, K: Kontakt und I: (soziale) Integration. Entsprechend integriert dieses Modell sowohl das Sozial-Kompetenz-Defizit Modell (Asher et al., 1982), die Kontakttheorie (Allport, 1971) und die soziale Referenzierungstheorie (Feinman, 1992) mit dem Ziel die soziale Integration bestmöglich zu fördern.

[50] Im Sinne der vier Feedback-Formen nach Hattie und Timperley (2007) – „feedback about a task" (ebd., S.90), „feedback [...] about the processing of the task" (ebd, S. 90), „feedback [...] about self-regulation" (ebd., S. 90) und „feedback [...] about the self as a person" (ebd., S. 90) bezieht dieses Ergebnis lediglich die letztgenannte Form des Feedbacks ein (Huber et al., 2015).

4.4.3 Verbesserung der sozialen Integration mit bzw. in kooperativen Lernumgebungen

Eine geeignete Didaktik und Methodik des Unterrichts sind nach Ewald (2016) entscheidend für eine Verbesserung der sozialen Integration von Schülerinnen und Schülern. Hierbei ist traditioneller Unterricht aus methodischer Sicht kaum in der Lage die Kontaktbedingungen nach Allport (1971; 1979) zu erfüllen (vgl. Slavin, 1995) und Vorurteile abzubauen, sowie die soziale Integration zu verbessern. In kooperativen Lernformen werden dagegen große Potenziale zur Erfüllung eben dieser Kontaktbedingungen gesehen (Slavin, 1995; Ewald, 2016; Ewald & Huber, 2017; Huber, 2019), sodass kooperatives Lernen einen positiven Einfluss auf die soziale Integration haben sollte (ebd., Stevens & Slavin, 1995). Huber (2019) formuliert sogar:

> „Unter den vier Techniken [(nach Stephan und Stephan (2005), vgl. Abschnitt 4.4)], die auf Grundlage der IC-Theorie entwickelt wurden, ist KL [(kooperatives Lernen)] die Methode mit der höchsten Relevanz für die Förderung sozialer Integration in der Schule.“ (ebd., S. 33).

Dies wird unter anderem damit begründet, dass die Kontaktbedingungen nach Allport (1971; 1979) direkte Bezüge zu den Kriterien des kooperativen Lernens besitzen (vgl. Ewald & Huber, 2017). Dabei wird sowohl bei Allport (1971; 1979), als auch bei den Bedingungen kooperativen Lernens die *positive Interdependenz* genannt (vgl. Ewald & Huber, ebd.). Gleichzeitig gibt es Zusammenhänge zwischen der *individuellen Verantwortlichkeit* und dem *Statusunterschied* (ebd.): Wenn eine Schülerin bzw. ein Schüler in der Kleingruppe keine Verantwortung übernimmt, besitzt sie bzw. er in einer Kleingruppe einen niedrigeren Status als die anderen Lernenden (ebd.). Ferner sehen Ewald und Huber (2017) eine Parallele zwischen dem Kriterium der *unterstützenden Interaktion* – dieses Kriterium wird bei den Autoren als *partnerbezogene Kommunikation* bezeichnet – und dem Kriterium der *Statusgleichheit*, weil eine einseitige Unterstützung ebenfalls einer Statusungleichheit entspricht. Ferner nennen Ewald und Huber (ebd.) einen Zusammenhang zwischen dem kooperativen Lernen und der Kontakttheorie in den Kriterien *soziale Kompetenzen* und *Legitimation durch Autorität*, welches die Autoren dadurch ergänzen, dass „der Kontakt [...] durch eine Norm der Toleranz gestützt werden“ (Ewald, 2016, S. 7) soll. Gerade bei Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen ist diese Toleranz nicht notwendigerweise gegeben, sodass die Lehrkraft unterstützen muss (ebd.). Gleichzeitig ist das *Feedback der Lehrkraft* wichtig für das Kriterium *Legitimation durch Autorität* (ebd.). Darüber hinaus lässt sich auch ein Zusammenhang zwischen der *Gruppeneinteilung* – dies ist kein offizielles Kriterium für kooperatives Lernen, aber dennoch wichtig – und der *Legitimation durch Autorität* erkennen. So schreibt Slavin (1995):

> „When the teacher assigns students of different ethnic groups to work together, he or she communicates unequivocal support for the idea that interracial or interethic interaction is officially sanctioned“ (ebd., S. 51).

Diese Aussage lässt sich offensichtlich auch auf Schülerinnen und Schüler mit Lern- bzw. Gefühls- und Verhaltensstörungen übertragen. Darüber hinaus lassen sich auch Bezüge zwischen den Kriterien *Qualität des Kontakts* und *Intimität des Kontakts* (Huber, 2019)

aufzeigen. Beide Kriterien lassen sich mit der *positiven Interdependenz* beim kooperativen Lernen in Verbindung bringen, weil ein Kontakt nur dann qualitativ hochwertig und intim sein kann, wenn „der Kontakt unter die Oberfläche dringt“ (Allport, 1971, S. 281). Ein Kontakt erfüllt diese Eigenschaft nach Ewald und Huber (2018) genau dann, wenn positive Interdependenz vorliegt: „Positive Interdependenz ist demnach das entscheidende Kriterium, durch das eine Beziehung ‚unter die Oberfläche geht' und durch das Vorurteile vermieden bzw. tatsächlich abgebaut werden“ (ebd., S. 72). Auch für Johnson et al. (1983) ist die positive (Ziel-)Interdependenz das entscheidende Kriterium für eine höhere Akzeptanz und weniger Ablehnungen.

Unter der Voraussetzung, dass zur Verbesserung der sozialen Integration nach dem SULKI-Modell (Huber, 2019) nicht nur der Kontakt an sich, sondern auch die Sozialkompetenz der Lernenden und das Lehrerfeedback einen entscheidenden Einfluss besitzt, lassen sich weitere Zusammenhänge zwischen der Förderung der sozialen Integration (im Sinne des SULKI-Modells) und dem kooperativen Lernen nennen. So fordert sowohl das SULKI-Modell (Huber, ebd.), als auch das kooperativen Lernen (vgl. Kriterium *soziale Kompetenzen* nach Johnson et al., 2005), dass vor Beginn der kooperativen Lernphase mit den Lernenden die notwendigen sozialen Kompetenzen explizit thematisiert und in Verhaltensregeln festgehalten werden (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019). Gleichzeitig erwerben die Schülerinnen und Schüler durch kooperative Lernformen soziale Kompetenzen (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019), sodass es auch beim kooperativen Lernen selbst auch zu einer Förderung der Sozialkompetenz kommt. Ferner gibt es einen offensichtlichen Zusammenhang zwischen dem Kriterium *Lehrerfeedback* (Huber, 2019) und dem Kriterium der *Gruppenbewertung (Evaluation)* nach Johnson et al. (2005). Die *Länge des Kontakts* hängt wiederum von der *Länge der kooperativen Lernform* ab. Entsprechend ist diese Bedingung eher bei kooperativen Langzeitteams (vgl. Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008) erfüllt als beim informellen kooperativen Lernen (vgl. Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008). Auch gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Kriterium der *Zwanglosigkeit* und der *Gruppeneinteilung*. Die Zwanglosigkeit ist eher gegeben, wenn sich die Schülerinnen und Schüler selbst in Gruppen einteilen können. In diesem Fall wird jedoch unter Umständen ein Kontakt gar nicht erst entstehen.

Insgesamt gibt es folglich eine Vielzahl an Zusammenhängen zwischen dem SULKI-Modell (Huber, 2019) – inklusive der Kontakttheorie nach Allport (1971; 1979) – und den Bedingungen des kooperativen Lernens (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019). Diese Zusammenhänge sind in Tabelle 7 übersichtlich dargestellt.

Im Abschnitt 4.4.1 wurde bereits beschrieben und begründet, dass die Kontakttheorie nach Allport (1971) einen Einfluss auf den Abbau der Vorurteile besitzt und somit zur Verbesserung der sozialen Integration führen kann. Gleichzeitig bezogen sich die genannten Studien zur Kontakttheorie hauptsächlich auf Schülerinnen und Schüler mit ethnischen Unterschieden und nicht auf Lernende mit Gefühls- und Verhaltensstörungen (vgl. auch Ewald & Huber, 2017; Huber, 2019).

Für kooperatives Lernen an sich konnten Roseth et al. (2008) in ihrer Metaanalyse für Schülerinnen und Schüler in der Phase der frühen Adoleszenz nachweisen, dass sich kooperatives Lernen positiv auf die Peer-Beziehungen auswirkt (Effektstärke im Vergleich zum kompetitiven Lernen: 0,48; Effektstärke im Vergleich zum individuellen Lernen: 0,42). Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse, dass es einen starken Zusammenhang zwischen den Peer-Beziehungen und dem Lernerfolg der Lernenden gibt (ebd.). Für Lernende mit

ethnischen Unterschieden konnten Johnson et al. (1983) nachweisen, dass kooperatives Lernen bezogen auf die soziale Integration dem kompetitiven Lernen (Effektstärke: 0,54), als auch dem individuellen Lernen (Effektstärke: 0,68) überlegen ist.

	SULKI-Modell (Huber, 2019)	Kooperatives Lernen (Kriterien nach Johnson et al., 2005)[51]
	Entspricht	
	Förderung der Sozialkompetenz	Soziale Kompetenzen
Kontakttheorie	Statusgleichheit	Unterstützende Interaktion, Individuelle Verantwortlichkeit
	Zielgleichheit	Positive Interdependenz
	Positive Interdependenz	Positive Interdependenz
	Legitimation durch Autorität	Gruppenbewertung (Evaluation), soziale Kompetenzen, [Gruppeneinteilung]
	Qualität des Kontakts	Positive Interdependenz
	Länge des Kontakts	[Kooperative Stammgruppen]
	Intimität des Kontakts	Positive Interdependenz
	Zwanglosigkeit des Kontakts	[Abhängig von der Gruppeneinteilung]
	Lehrerfeedback	Gruppenbewertung (Evaluation)

Tabelle 7: Zusammenhänge zwischen dem SULKI-Modell (Huber, 2019) und den Kriterien des kooperativen Lernens (Johnson et al., 2005).

Ähnlich wie bei der Überprüfung der Kontakttheorie, existieren nur wenige Studien, die kooperatives Lernen und eine mögliche Verbesserung der intrapersonalen Beziehungen bzw. der sozialen Integration, im inklusiven Unterricht untersucht haben (Ewald & Huber, 2017; Huber, 2019).

Madden und Slavin (1983) betrachteten in ihrer Studie Schülerinnen und Schüler mit Lernstörungen in einer kooperativen Lernumgebung (Methode: STAD) bzw. einer kompetitiven Lernumgebung (Kontrollgruppe) im inklusiven Unterricht. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Ablehnungen der Schülerinnen und Schüler mit Lernstörungen durch das kooperative Lernen (im Gegensatz zum kompetitiven Lernen) verringerten. Gleichzeitig hat kooperatives Lernen jedoch keine Auswirkungen auf die Freundschaftsbeziehungen bzw. auf die Nennung der Lernenden mit Lernstörungen als bevorzugte Arbeitspartnerinnen bzw. Arbeitspartner (ebd.).

Lew et al. (1986) untersuchten, inwiefern sich Ziel-Interdependenz und Belohnungs-Interdependenz auf die soziale Integration auswirken. Die Autoren fanden heraus, dass sich die soziale Integration bei Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen bzw. Gefühls- und Verhaltensstörungen dann am stärksten verbesserte, wenn sowohl Ziel-Interdependenz als auch Belohnungs-Interdependenz genutzt wurden (ebd.).

Die Ergebnisse von Stevens und Slavin (1995) zeigen ebenso, dass sich die Anzahl der an die Schülerinnen und Schüler mit Lernstörungen abgegebenen Wahlen in einer soziometrischen Erhebung beim kooperativen Lernen (über 2 Jahre und eingesetzt in mehreren Schulfächern) erhöht und gleichzeitig, dass kooperatives Lernen bezogen auf die Verbesserung der sozialen Integration effektiver als kompetitives Lernen ist (Effektstärke im Vergleich zum kompetitiven Lernen: 0,9). Gleichzeitig werden Schülerinnen und

[51] In der Tabelle werden die Zusammenhänge zwischen den Kriterien im SULKI-Modell (Huber, 2019) und den Kriterien des kooperativen Lernens (Johnson et al., 2005) dargestellt. Dabei erfolgt die Zuordnung ausgehend von den Kriterien im SULKI-Modell (Huber, 2019). Entsprechend können Kriterien des kooperativen Lernens (Johnson et al, 2005) mehrfach genannt sein.

Schüler mit Lernstörungen häufiger als Freunde gewählt, wenn kooperatives Lernen, statt kompetitives Lernen stattfindet (Effektstärke: 0,86).

Johnson et al. (1983) untersuchten die Veränderung der sozialen Integration von Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf. Sie konnten in ihrer Meta-Analyse nachweisen, dass kooperatives Lernen sowohl gegenüber dem kompetitiven Lernen (Effektstärke 0,86), als auch gegenüber dem individuellen Lernen (Effektstärke 0,96) überlegen ist. In einer Studie von Putnam et al. (1996) wurden die Auswirkungen von kooperativem und kompetitivem Lernen auf die soziale Integration (gemessen durch soziometrische Wahlen) untersucht. Während in den kompetitiven Lernumgebungen keine Verbesserung der sozialen Integration von Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf nachgewiesen werden konnten, verbesserte sich die soziale Integration in der kooperativen Lernumgebung. Auch für die Schülerinnen und Schüler ohne Förderbedarf führt kooperatives Lernen insgesamt zu besseren Peer-Beziehungen (ebd.).

Garrote et al. (2017) stellten in ihrem Review ebenfalls fest, dass Peer-Tutoring und kooperatives Lernen einen positiven Einfluss auf die sozialen Interaktionen und die Akzeptanz von Lernenden mit sonderpädagogischem Förderbedarf haben können.

Britz (2017) untersuchte im Sinne eines Design-Based Research-Projekts zum Peer-Assisted Learning im inklusiven Sachunterricht ebenfalls die soziale Integration mit Hilfe des FEESS 3-4 (Rauer & Schuck, 2003) und einer sozimetrischen Befragung. In den durchgeführten Mesozyklen kam es sowohl beim FEESS 3-4 (ebd.), auch bei der Auswertung der Soziometrie gegenüber nicht zu signifikanten Verbesserungen der sozialen Integration (vom Pre- zum Post-Test). Allerdings hat sich „die soziale Integration der Medienscouts im Prä-Postvergleich gegenüber der Kontrollgruppe signifikant verbessert." (ebd., S. 154).[52]

Aufgrund einer Analyse von Studien zum kooperativen Lernen bei Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf nennt Huber (2019) drei Bedingungen für eine Verstärkung der Wirkungen von kooperativem Lernen auf die soziale Integration. Diese sind (ebd.): (1) eine sorgfältige Umsetzung der Kriterien des kooperativen Lernens (z.B. nach Johnson et al., 2005), (2) eine sorgfältige Umsetzung der Bedingungen der Kontakthypothese (Allport, 1971; 1979) und (3) eine möglichst lange Implementation (Huber, 2019). Diese Aspekte sollten bei der Erstellung einer Lernumgebung zur Förderung der sozialen Integration beachtet werden.

Im Zusammenhang mit den oben genannten Studien ist jedoch grundsätzlich zu beachten, dass es keine Garantie gibt mit Hilfe von kooperativem Lernen die soziale Integration von Lernenden mit Förderbedarf bzw. Lernstörungen und/oder Gefühls- und Verhaltensstörungen zu verbessern. Hierzu schreiben Putnam et al. (1996):

> „Although using cooperative learning did not guarantee that every special-education student would be more accepted, it did promote a higher degree of than traditional, more competitive teaching methods did" (ebd., S. 749).

Insbesondere werden nach Jenkins und O'Conner (2003) einige Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf auch beim kooperativen Lernen aus der Gruppe ausgeschlossen und Ewald und Huber (2018) schreiben, dass bis jetzt noch nicht geklärt ist, ob neben dem kooperativen Lernen weitere Interventionen zur Verbesserung der sozialen Integration

[52] Ein Grund für die in der Regel nicht signifikanten Effekte kann jedoch auch in der geringen Stichprobe gesehen werden (Britz, 2017).

notwendig sind. Folglich ist hier weitere Forschung bezüglich dieser Schülergruppe zur Verbesserung der sozialen Integration notwendig. Insbesondere muss untersucht werden, wie konkrete Lernumgebungen im Regelunterricht gestaltet werden können, damit sich die soziale Integration verbessert.

Zusammenfassung:

Das SULKI-Modell (Huber, 2019) verbindet das Sozial-Kompetenz-Defizit-Modell (Asher et al., 1982), die Kontakttheorie (Allport, 1971; 1979) und die soziale Referenzierungstheorie (Feinman, 1992) zu einer gemeinsamen Theorie zur Förderung der sozialen Integration.

Dabei wurde die ursprünglich von Allport (1971; 1979) formulierte Kontakttheorie mit den Kontaktbedingungen Statusgleichheit, Zielgleichheit, positive Interdependenz und Legitimation durch Autorität von Huber (2019) zusätzlich durch die Kriterien Qualität des Kontakts, Länge des Kontakts, Intimität des Kontakts und Zwanglosigkeit des Kontakts ergänzt. Erkenntnisse zur Wirkung der Kontakttheorie beziehen sich jedoch hauptsächlich auf Personen mit ethnischen Unterschieden.

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bietet die Kontakttheorie ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:

Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperationsfähigkeit	Selbstständigkeit
✗	✓ Pettigrew & Tropp, 2006	✗	✗

Zwischen der Kontakttheorie bzw. dem SULKI-Modell und dem kooperativen Lernen gibt es eine Reihe von Gemeinsamkeiten. Ferner zeigen eine Reihe von Studien, dass kooperatives Lernen grundsätzlich das Potenzial zur Förderung der sozialen Integration besitzt.

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bietet das kooperative Lernen ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:

✓ z.B. Hattie, 2013	✓ z.B. Roseth et al., 2008	✓ z.B. Jenkins et al., 2003	✓ z.B. Wocken, 2013

Nähere Details zum akademischem Lernen, der Kooperationsfähigkeit, Selbstständigkeit und dem kooperativem Lernen findet man in Abschnitt 4.3. Gleichzeitig muss in diesem Zusammenhang beachtet werden, dass die Ergebnisse bei Lernenden mit Lernstörungen bzw. Gefühls- und Verhaltensstörungen zum kooperativen Lernen nicht eindeutig sind.

5 Physikdidaktische Grundlagen

5.1 Bildungsauftrag: Kompetenzen, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

Ziel des Physikunterrichts in der Schule ist der Erwerb von Kompetenzen, wobei nach Weinert (2001) Kompetenzen allgemein zunächst wie folgt definiert werden:

> „Kompetenzen [sind] die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (ebd., S. 27f).

Ausgehend von dieser Definition wurden in den KMK-Standards für das Fach Physik (KMK, 2004) vier Kompetenzbereiche entwickelt, welche die „notwendige physikalische Grundbildung“ (ebd., S. 7) abbilden sollen. Diese Kompetenzbereiche sind: Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung (ebd., S. 7). Hierbei ist der Kompetenzbereich Fachwissen, welcher im Rahmen dieser Arbeit näher betrachtet werden soll, in die vier Basiskonzepte Materie, Wechselwirkung, System sowie Energie unterteilt, wobei auf diese Weise kumulatives Lernen gewährleistet werden soll (ebd.). Darüber hinaus werden verschiedene Anforderungsbereiche I bis III definiert (ebd.).

In den einzelnen Kernlehrplänen der Bundesländer wurden z.B. die Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen spezifiziert, wobei die „in den allgemeinen Aufgaben und Zielen des Faches beschriebene übergreifende fachliche Kompetenz [...] ausdifferenziert [wird], indem fachspezifische Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder identifiziert und ausgewiesen werden“ (MSB, 2013, S. 17). In diesem Forschungsprojekt wird der Fokus auf den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen und das Inhaltsfeld *Sinneswahrnehmungen mit Licht und Schall* gelegt, wobei der Schwerpunkt auf den physikalischen, optischen Bereichen dieses Inhaltsfelds liegt. Während sich die fachspezifischen Kompetenzbereiche aus den KMK-Standards (KMK, 2004) ergeben, werden im Kernlehrplan (MSB, 2013) die Inhaltsfelder in inhaltliche Schwerpunkte unterteilt. Sie unterstützen Lehrkräfte bei der inhaltlichen Planung ihres Physikunterrichts (ebd.). Für dieses Forschungsvorhaben ergeben sich nach Sichtung der Kernlehrpläne für die Gesamtschule (MSB, 2013) und das Gymnasium (MSB, 2008a) die Inhalte Licht und Lichtquellen, Sehvorgang, geradlinige Ausbreitung von Licht, Schatten bei einer und zwei Lichtquellen, Mondphasen, Finsternisse, Licht trifft auf Körper (Absorption, Reflexion und Streuung) (vgl. auch Küpper et al., 2018b). „Aus Gründen des Verständnisses bzw. zur Vollständigkeit wird diese Übersicht [, wie es vielfach in Schulbüchern der Fall ist] ergänzt durch die Frage nach der Sichtbarkeit von Licht und das Phänomen Tag und Nacht“ (ebd., S. 42).

Die Verknüpfung von Inhaltsfeldern und den Kompetenzbereichen wiederum führt zu Kompetenzerwartungen (vgl. Abbildung 7), wobei diese sowohl für die Stufen 5/6 (Progressionsstufe 1) als auch die Stufen 7 bis 9 bzw. 7 bis 10 (Progressionsstufe II) genannt sind (MSB, 2013). Diese Kompetenzerwartungen geben an, welche Kompetenzen die Lernenden am Ende der ersten Progressionsstufe bzw. am Ende der zweiten Progressionsstufe erreicht haben sollen (ebd.). Bezogen auf dieses Forschungsprojekt lassen sich hierbei zwei konkrete Kompetenzerwartungen explizit benennen. Sie lauten:

1) „Die Schülerinnen und Schüler können das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Absorption) erläutern [...]“ (MSB, 2013, Seite 99).
2) „Die Schülerinnen und Schüler können Schattenbildung, Mondphasen und Finsternisse [...] mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären [...]“ (ebd., Seite 99).

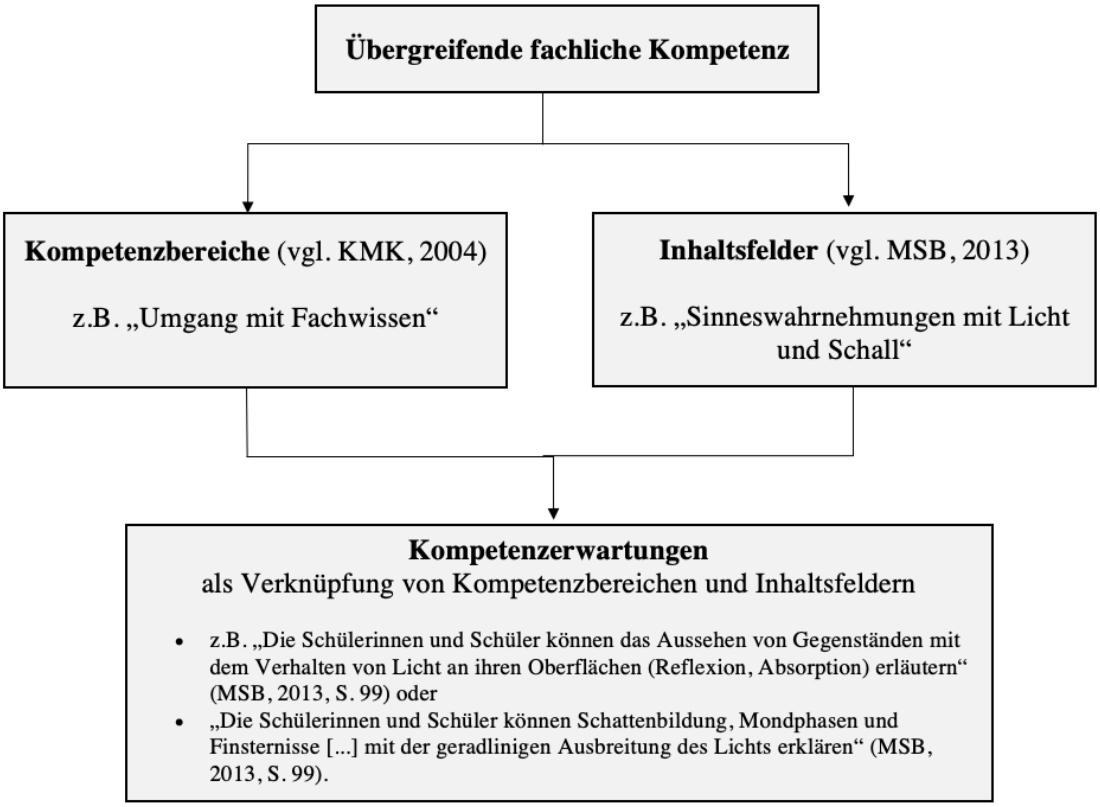


Abbildung 7: Prozess zur Entwicklung der Kompetenzerwartungen in Anlehnung an MSB (2013, S. 17) – angepasst auf die im Forschungsvorhaben untersuchten Kompetenzerwartungen.

Zusammenfassung:

In diesem Forschungsprojekt wird eine Lernumgebung im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung entwickelt, die neben dem Entwicklungsanliegen bewusst die folgenden Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen fördern soll:

„Die Schülerinnen und Schüler können das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Absorption) erläutern [...]“ (MSB, 2013, Seite 99).

„Die Schülerinnen und Schüler können Schattenbildung, Mondphasen und Finsternisse [...] mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären [...]“ (ebd., Seite 99).

Die zugehörigen Inhalte sind: Licht(quellen), Lichtausbreitung, Schattenentstehung, Finsternisse, Mondphasen, Reflexion, Absorption und Streuung.

5.2 Heterogenität im Physikunterricht der Orientierungsstufe

Wenn die Schülerinnen und Schüler von der Grundschule auf die weiterführende Schule wechseln und dort die neuen Fächer Physik bzw. Naturwissenschaften (kurz NW) (MSB, 2008a; MSB, 2013) kennenlernen, haben sie bereits eine Reihe von Erfahrungen mit physikalischen bzw. naturwissenschaftlichen Inhalten bzw. Phänomenen im Rahmen des Sachunterrichts gesammelt (GDSU, 2013; MSB, 2008b). Dabei ist der Sachunterricht in fünf verschiedene Perspektiven unterteilt:

(1) „Sozialwissenschaftliche Perspektive“ (GDSU, 2013, S. 14) bzw. „Mensch und Gemeinschaft“ (MSB, 2008b, S. 40),
(2) „Naturwissenschaftliche Perspektive“ (GDSU, 2013, S. 14) bzw. „Natur und Leben“ (MSB, 2008b, S. 40),
(3) „Geographische Perspektive“ (GDSU, 2013, S. 14) bzw. „Raum, Umwelt und Mobilität“ (MSB, 2008b, S. 40),
(4) „Historische Perspektive“ (GDSU, 2013, S. 14) bzw. „Zeit und Kultur“ (MSB, 2008b, S. 40) und
(5) „Technische Perspektive“ (GDSU, 2013, S. 14) bzw. „Technik und Arbeitswelt“ (MSB, 2008b, S. 40).

Für den Physik- bzw. NW-Unterricht in der weiterführenden Schule ist dabei am stärksten die naturwissenschaftliche Perspektive relevant. Daher erscheint es sinnvoll – auch im Hinblick auf dieses Forschungsprojekt – die Inhalte und Kompetenzen zur elementaren Optik in der Grundschule näher zu betrachten, weil die dort erworbenen Kompetenzen die Ausgangsbasis für den Physik- bzw. NW-Unterricht darstellen (MSB, 2008b; GDSU, 2012).

Nach Wodzinski (2006b) findet man in den meisten deutschen Lehrplänen für die Grundschule das Thema *Licht und Schatten*. Dies ist auch in Nordrhein-Westfalen der Fall: Dem Kernlehrplan Sachunterricht für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen entsprechend ist einer der Inhalte in der Grundschule „Wärme, Licht, Feuer, Wasser, Luft, Schall“ (ebd., S. 41), wobei in diesem Zusammenhang die Kompetenz „Die Schülerinnen und Schüler planen und führen Versuche durch und werten Ergebnisse aus (z.B. Licht, Feuer, Wasser, Luft, Schall)“ (ebd., S. 43)[53] genannt wird. Diese Kompetenz sollen die Schülerinnen und Schüler bis zum Ende der Jahrgangsstufe 4 erwerben (ebd.). Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass diese Kompetenz, auch bezogen auf das Thema Licht, recht allgemein gehalten ist, sodass den Lehrkräften hier eine Reihe von Freiheiten gewährt werden. Der Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU, 2013) bleibt an dieser Stelle ebenfalls recht allgemein und nennt lediglich die Inhalte „Licht und Lichtausbreitung“ (ebd., S. 44).

Neben der recht offenen Beschreibung im Kernlehrplan (MSB, 2008b) bzw. dem Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU, 2013), kann man nicht davon ausgehen, dass die Inhalte bzw. Kompetenzen von den Lehrkräften tatsächlich thematisiert bzw. von den Lernenden erworben wurden: Inwiefern physikalische Inhalte in der Grundschule behandelt werden, hängt stark von den Lehrkräften ab (Strunck et al., 1998; Berge & Duit,

[53] Diese Kompetenz zeigt bereits, dass das eigenständige Planen von Experimenten bereits in der Grundschule gefordert wird (vgl. auch GDSU, 2013). Dennoch kann von einer Heterogenität der Kompetenzen zur Erkenntnisgewinnung am Ende der Grundschule ausgegangen werden. Insbesondere sollen „Teamfähigkeit [...] und soziale Kooperation [...] im Sachunterricht gezielt gefördert“ (MSB, 2008b, S. 39) werden.

2000; Wodzinski, 2006b). Nach Wodzinski (ebd.) meiden weibliche Sachunterrichts-Lehrkräfte häufig physikalische Inhalte. Vielmehr legen sie den Fokus auf biologische Inhalte (Berge & Duit, 2000). Ein Grund hierfür liegt nach Möller (2004) sowohl im geringen Interesse der Grundschullehrkräfte am Schulfach Physik als auch der Tatsache, dass viele Lehrkräfte, sowohl in der universitären Ausbildung, aber auch bei Fortbildungen kaum mit physikalischen Inhalten konfrontiert werden.[54]

Aus diesen Erkenntnissen resultiert, dass Lerngruppen in der Orientierungsstufe bezogen auf ihr Vorwissen zu physikalischen Inhalten eine große Diversität aufweisen (Wodzinski, 2006a), wodurch der Physik- bzw. NW-Unterricht in der weiterführenden Schule folgende Aufgabe erhält: „Die Jahrgangsstufen 5 und 6 knüpfen an die Arbeit der Grundschulen an, bemühen sich um eine Angleichung der Voraussetzungen und stellen somit eine einheitliche Ausgangsbasis [bezogen auf den Physikunterricht bzw. NW-Unterricht in der Mittelstufe] her“ (MSB, 2008a, S. 10).

Auch wenn in der Grundschule entsprechend dem Kernlehrplan bereits die Vorstellungen der Lernenden „genutzt, erweitert und so ausgebaut, dass sie zu sachgerechten, nachvollziehbaren und überprüfbaren Arbeitsergebnissen kommen können“ (MSB, 2008b, S. 39), werden auch am Ende der Grundschulzeit noch Vorstellungen bzw. Konzepte bei den Schülerinnen und Schüler vorliegen, die nicht den physikalischen Konzepten entsprechen bzw. zusätzlich erweitert werden müssen. Entsprechend liegt am Ende der Grundschulzeit eine Diversität an Präkonzepten vor, welche als Ausgangspunkt für den Physik- bzw. NW-Unterricht in den weiterführenden Schulen genutzt werden sollte (vgl. nächster Abschnitt).

Zusammenfassung:

Wenn Schülerinnen und Schüler von der Grundschule auf die weiterführende Schule wechseln, haben sie – je nach Lehrkraft – bereits unterschiedliche Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Phänomenen im Sachunterricht gemacht. Diese unterschiedlichen Erfahrungen führen zu einer verstärkten Heterogenität, die es in der Orientierungsstufe anzugleichen gilt (vgl. MSB, 2008a).

5.3 Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler zu Inhalten der elementaren Optik

Nach Kullmann et al. (2014) gilt es diese vorliegende Heterogenität, wie sie z.B. in inklusiven Lerngruppen vorliegt, „bewusst wahrzunehmen, zu akzeptieren und zu reflektieren, um daran anknüpfend didaktisch handeln zu können“ (ebd., S. 89). Insbesondere sollen alle Schülerinnen und Schüler an den Lernprozessen partizipieren können (GFD, 2015), wobei das Vorverständnis der Lernenden als der Ausgangspunkt aller Lernprozesse von besonderer Bedeutung ist (Niedderer & Schecker, 2004; Spägele, 2008). Hierbei ist das Vorverständnis nach Niedderer und Schecker (2004) in Anlehnung an Niedderer definiert als „Gesamtheit der Disposition eines erkennenden Subjekts

[54] Nach einer Studie von Böhm et al. (2012) hatte ein Großteil der Studierenden des Grundschullehramts keine Freude am eigenen Physikunterricht.

(Schüler, Lehrer, Forscher), die für einen anstehenden Erkenntnisprozess (z.B. Interpretation eines im Experiment beobachteten Phänomens) bedeutsam sind“ (Niederrer, 1975 nach Niedderer & Schecker, 2004, S. 249f), wobei zwischen kognitiven und affektiven Komponenten unterschieden werden kann (Niedderer & Schecker, 2004; Spägele, 2008). Die Unterteilung kann nach Spägele (2008) noch durch eine psychomotorische Komponente – gemeint sind hiermit die Primärerfahrungen – ergänzt werden. Darüber hinaus spielen auch soziale Komponenten im Hinblick auf das Vorverständnis eine Rolle (ebd.), was gerade bei der Berücksichtigung von Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen im inklusiven Unterricht relevant ist (vgl. KMK, 2000). Die kognitiven Komponenten des Vorverständnisses können wiederum unter anderem unterteilt werden in ein konzeptionelles und methodisches Vorwissen, den allgemeinen Denkrahmen und Präkonzepte (Niedderer & Schecker, 2004; Spägele, 2008), wobei der Fokus in diesem Abschnitt auf die Präkonzepte der Lernenden gelegt wird.

Die Erhebung und Diagnose von Präkonzepten von Schülerinnen und Schülern im inklusiven Unterricht stellt nach Hoffmann und Menthe (2015) ein Forschungsdesiderat der Fachdidaktik dar. Lediglich wenige Studien haben sich hiermit beschäftigt: Nach Willand (1986) verfügen Schülerinnen und Schüler mit Förderschwerpunkt Lernen „über nahezu identische Begriffsassoziationen und Fragen zum ‚Atom‘ [...] wie Regelschüler, die Vorstellungen davon und Erklärungen darüber sind allerdings sehr unterschiedlich“ (ebd., S. 280). Rott und Marohn (2017), sowie Rott (2018) haben Interviews mit Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Förderbedarfe zu Lösungsvorgängen und Phasenübergängen geführt. Die Ergebnisse der Interviews, sowie der Klassenerprobungen zeigen, dass die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler mit und ohne Förderbedarf ähnlich zueinander sind (ebd.). Insgesamt zeigen sich „heterogene Vorstellungen zu Phänomenen der unbelebten Natur“ (Rott & Marohn, 2017, S. 113). Explizite Aussagen zu den Präkonzepten von Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen liegen nicht vor.

Entsprechend den im Kernlehrplan Physik für die Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen (MSB, 2013) genannten Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen

> „Die Schülerinnen und Schüler können das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Absorption) erläutern“ (ebd., S. 99)

und

> „Die Schülerinnen und Schüler können Schattenbildung, Mondphasen und Finsternisse [...] mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären“ (ebd., S. 99)

bilden die Inhalte Sehvorgang, Absorption und Streuung, Farbe von Gegenstände, Reflexion am ebenen Spiegel, Schatten bei einer und zwei Lichtquellen, Mondphasen und Finsternisse den inhaltlichen Rahmen dieses Forschungsprojekts (vgl. auch Abschnitt 5.1). Diverse Studien zeigen Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler zu diesen Inhalten der elementaren Optik auf (Claus et al., 1982; Guesne, 1985; Wiesner & Claus, 1985; Feher & Rice, 1988; Baxter, 1989; Ramadas und Driver, 1989; Feher, 1990; Osborne et al., 1990; Schoon, 1992; Blumör, 1993; Brickhouse, 1994; Driver et al., 1994; Wiesner, 1995; Selley 1996a; Selley 1996a; Collins et al., 1998; Parker & Heywood, 1998; Stahly et al., 1999; Barab et al., 2000; Barnett & Morran, 2002; Murmann, 2002; Hermann & Lewis, 2003;

Trundle & Troland, 2005; Brunsell und Marcks, 2007). Die genannten Studien beziehen sich jedoch jeweils auf Schülerinnen und Schüler ohne sonderpädagogischen Förderbedarf bzw. es werden nicht explizit Präkonzepte von Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen genannt. Dennoch werden in den folgenden Abschnitten die in der Literatur genannten Präkonzepte präsentiert, da sie Ansätze für die Entwicklung einer Lernumgebung zu diesen Inhalten geben können. Gleichzeitig können die ermittelten Präkonzepte nicht unhinterfragt auf die Lernenden in inklusiven Lerngruppen übertragen werden.

5.3.1 Sehvorgang

„Damit ein Gegenstand gesehen werden kann, ist es im Alltagsverständnis völlig ausreichend, daß man mit geöffneten Augen zum Gegenstand hinschaut und es hell ist, z.B. die Sonne scheint, eine Lampe eingeschaltet ist“ (Blumör, 1993, S. 51). Folglich sind zum Sehen ein Gegenstand, Licht und Augen notwendig. In einer Studie von Jung et al. (1986, 1988) – nach Blumör (1993) – sieht jedoch keiner der 20 befragten Drittklässler das Vorhandensein von Licht für das Sehen eines Gegenstands als notwendig an. Vielmehr sagen 70% der Schülerinnen und Schüler, dass man Augen benötigt. 25% der Lernenden sagen, dass ein Gegenstand vorhanden sein muss (ebd.). Ähnliche Ergebnisse zeigt eine Studie von Claus et al. (1982), wo lediglich 2 von 17 Drittklässlern Licht als notwendige Bedingung für das Sehen nennen. Auch Ramadas und Driver (1989) kommen zu ähnlichen Ergebnissen.

Die Ergebnisse der Studien von Claus et al. (1982), Osborne et al. (1990) und Driver et al. (1994) deuten jeweils auf einen aktiven Sehvorgang durch *Hinschauen zum Gegenstand* hin. Während Claus et al. (1982) die Aktivität des Sehvorgangs an Aussagen festmachen, analysierten Osborne et al. (1990) bzw. Driver et al. (1994) die Schemazeichnungen von Schülerinnen und Schülern zum Sehvorgang. Darüber hinaus wird in der Studie von Claus et al. (1982) die Vorstellung aufgezeigt, dass man sehen kann, wenn Licht, z.B. von der Deckenlampe, in die Augen trifft.

In der Studie von Jung et al. (1986, 1988) – nach Blumör (1993) – wurden insgesamt 368 Schülerinnen und Schüler befragt, warum man ein Buch auf einem Tisch sehen kann. Alle der möglichen Präkonzepte *Buch wird von der Lampe beleuchtet* (79,3%), *Auf dem Tisch ist es hell* (48,9%), *Licht fällt von der Lampe auf das Buch und von dort ins Auge* (40,5%), *Hinschauen* (31,3%), *Die Wände haben eine helle Tapete* (4,1%) und *Ich sitze hier* (2,2%) wurden von den Schülerinnen und Schülern angenommen – Mehrfachnennungen waren möglich (ebd.)

Collins et al. (1998) konnten insgesamt fünf Präkonzepte für den Sehvorgang ermitteln: (1) *Licht trifft auf das Objekt und wir schauen auf das Objekt*, (2) *Licht scheint auf das Objekt und wir können es sehen*, (3) *Licht ist überall in einer Umgebung um das Objekt und deshalb können wir es sehen*, (4) *Licht kommt zum Objekt und wird zum Auge gelenkt* und (5) *Licht kommt in die Augen und wir schauen auf das Objekt* (ebd.). Ein ähnliches Konzept wie (1) (ebd.) findet man bei Selley (1996a) im *Cooperative Emission Modell*. Dieses Modell ist deshalb so beliebt, weil es einen *aktiven* Sehprozess (*Ich schaue zum Gegenstand hin*) mit der nachvollziehbaren Beobachtung verknüpft, dass der Gegenstand beleuchtet sein muss und nicht das Auge (ebd.). Ferner entspricht Konzept (5) nach Collins et al. (1998) dem *Stimulated Emission Modell* von Selley (1996a).

Neben den bereits genannten Modellen existieren nach Selley (ebd.) sechs weitere Präkonzepte, wie den *Sea of Light*, die *Primary Reception*, wo Licht direkt von der

Lichtquelle zum Auge verläuft und die *Secondary Reception*, wo das Licht erst zum Gegenstand läuft und von diesem ins Auge gelenkt wird. Ferner gibt es das *Dual Illumination* Konzept, das *Simple Emission* Modell, bei dem Licht vom Auge zum Objekt geht und das *Stimulated Emission with Reflection* Modell, bei dem das Licht von der Lichtquelle zum Auge geht, dort zum Objekt gelenkt wird und vom Objekt wieder in das Auge zurückgelenkt wird (ebd.).

Abschließend soll der Vollständigkeit halber erwähnt werden, dass sich die Lernenden nach Einschätzung von Claus et al. (1982) vermutlich vorher nie mit der Frage nach dem Sehen eines Gegenstandes beschäftigt haben. Murmann (2002) schreibt in diesem Zusammenhang: „Für Sehende stellt Sehen vielmehr eine Selbstverständlichkeit dar" (ebd., S. 29).

5.3.2 Absorption und Streuung

Zum Thema Absorption finden sich in der gesichteten Literatur keine Präkonzepte. Daher werden nur die Präkonzepte im Zusammenhang mit dem Streuvorgang thematisiert.

In einer Studie von Claus et al. (1982) wurden Viertklässler danach befragt was passiert, wenn Licht auf einen Gegenstand trifft. Hierbei wurden in den Interviews die Präkonzepte 1) *Das Licht bleibt auf dem Gegenstand liegen*, 2) *Das Licht macht den Gegenstand hell*, 3) *Der Raum um den Gegenstand wird hell* und 4) *Das Licht wird umgelenkt* genannt (ebd.). Jung et al. (1988) – nach Blumör (1993) – haben 368 Schülerinnen und Schüler schriftlich befragt was passiert, wenn Licht auf eine weiße Wand trifft. Alle der drei genannten Alternativen *Bleibt auf der Wand* (62,2%), *Wird von der Wand verschluckt* (4,3%) und *Wird von der Wand zurückgeworfen* (29,9%) (ebd.) treffen auf Zustimmung bei den Lernenden. In derselben Studie wurde ein zweites Item zur Streuung genutzt, bei dem die Schülerinnen und Schüler gefragt wurden, warum ein heller Lichtfleck an der Decke erscheint, wenn man mit einer Lampe auf eine schräg gehaltene weiße Pappe leuchtet. Die genannten Antworten im offenen Antwortformat können in die Kategorien *Aktivität der Pappe* (z.B. Die Pappe leuchtet, reflektiert, usw.), *Beschreibung des Lichtwegs* (Licht trifft auf die Pappe und wird an die Decke weitergeleitet), *Unspezifischer Lichtweg* (z.B. weil Licht auf die Pappe scheint), *Licht macht einen Raum hell* und *Aktivität des Lichts (*z.B. stößt sich ab) eingeordnet werden (ebd.) Darüber hinaus wird in der genannten Veröffentlichung von Jung et al. (ebd.) – nach Blumör (1993) – eine zweite Studie mit 379 Schülerinnen und Schülern beschrieben. In dieser Studie wurden die Lernenden gefragt, was passiert, wenn Licht auf eine weiße Wand trifft. Alle der fünf möglichen Antwortalternativen 1) *Die Wand wirft das Licht zurück*, 2) *Das Licht bleibt auf der Wand liegen*, 3) *Das Licht stößt sich von der Wand ab*, 4) *Das Licht prallt von der Wand ab* und 5) *Wand und Licht stoßen sich gegenseitig ab* wurden von den Schülerinnen und Schülern angekreuzt, wobei die meisten Lernenden sich für Vorstellung 2) entschiedenen.

5.3.3 Farbe von Gegenständen

Die im Kernlehrplan für die Gesamtschule (MSB, 2013) genannte Kompetenz „Die Schülerinnen und Schüler können das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Absorption) erläutern" (ebd., S. 99) schließt neben Reflexion, Absorption und Streuung auch das Aussehen von Gegenständen – insbesondere die Farbe – mit ein. Auch wenn in dieser Studie nur weiße und schwarze Flächen betrachtet werden, wird der Vollständigkeit halber der aktuelle Forschungsstand zu farbigen

Gegenständen an dieser Stelle skizziert: Blumör (1993) hat Schülerinnen und Schüler der 4. Klasse befragt, warum man einen Gegenstand als grün und den anderen als gelb sieht. Die Antworten der Schülerinnen und Schüler lassen sich in die Kategorien *Die Bausteine haben diese Farbe* (11%), *Keine Idee* (16%), *Keine Antwort* (21%) und *Nicht relevante Antworten* (5%) einteilen, wobei Blumör darüber hinaus den Eindruck schildert, dass die Fragestellung von den Lernenden „als nicht sinnvoll erachtet wird“ (ebd., S. 77). Ferner hat Blumör (ebd.) 18 Schülerinnen und Schüler befragt, was man benötigt, um Farben sehen zu können. Es wurden die Aspekte *Augen* (28%), *Farbe* (11%), *Gegenstand* (6%), *Weißer Hintergrund* (11%), *Licht* (6%), *Nichts* (6%), *Weiß ich nicht* (11%) und *Keine Antwort* (28%) genannt.

Jung et al. (1988) – nach Blumör (1993) – haben 384 Lernende schriftlich befragt, warum man einen von Sonnenlicht beleuchteten Baustein als blau erachtet. Alle der vier genannten Antwortmöglichkeiten *Weil der Baustein blau angemalt ist* (48,7%)), *Weil der Baustein von der Sonne beleuchtet wird* (22,9%), *Weil wir Farben unterscheiden können* (12,2%) und *Weil der Baustein blaumachendes Licht in meine Augen sendet* (11,75%) trafen auf Zustimmung bei den Lernenden.

In einer Studie von Selley (1996b) wurde in einem Demonstrationsexperiment eine gelbe Oberfläche beleuchtet. Auf einem weißen Blatt wurde gelbes Licht sichtbar gemacht. Die Schülerinnen und Schüler wurden gefragt, ob Licht vom Blatt in ihre Augen kommt. Die Antworten der Lernenden lassen sich in folgende Kategorien einordnen: a) *Es kommt etwas Licht in meine Augen*, b) *Die Farbe kommt in meine Augen* und c) *Es kommt etwas Licht und etwas Farbe in meine Augen* (ebd.).

5.3.4 Reflexion am ebenen Spiegel

Nach Haagen-Schützenhöfer und Hopf (2018) ist vielen Schülerinnen und Schülern der Begriff *Reflexion* bereits vor dem Unterricht bekannt, wobei dies zunächst keine Aussage darüber zulässt, inwiefern der Begriff auch korrekt verwendet bzw. differenziert wird. In einer Studie von Jung et al. (1986, 1988) – nach Blumör (1993) – wurden 16 Schülerinnen und Schüler dazu befragt was passiert, wenn der Strahl einer Taschenlampe auf einen Spiegel trifft. 43% der Lernenden sind der Auffassung, dass das Licht auf dem Spiegel liegen bleibt (ebd.). 50% der Lernenden geben an, dass der Lichtstrahl umgelenkt wird (ebd.). Ferner können 5 von 11 Schülerinnen und Schüler die Richtung der Reflexion korrekt angeben (ebd.).

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse der Studie von Jung et al. (1988) – nach Blumör (1993) – mit 373 Lernenden der 3. und 4. Klasse auf, dass bei etwa „17% der Befragten [...] von einer intuitiven Vorstellung des Reflexionsgesetzes ausgegangen werden [kann]. Weitere 38% benutzten spontan das Reflexionsgesetz zumindest so, daß es nicht verletzt wird“ (ebd., S. 96).

Die Studie von Jung et al. (1988) – nach Blumör (1993) – liefert darüber hinaus Hinweise darauf, dass das Verständnis der Reflexion am Spiegel in 52,1% der Fälle nicht zu einer Übertragung auf eine weiße Oberfläche führt. Dies führt nach Wiesner (1995) zu dem Konzept: „Spiegel werfen Licht im Sinne von Helligkeit zurück (die Helligkeit bleibt nicht auf dem Spiegel liegen, im Gegensatz zu ‚normalen’ Gegenständen)“ (ebd., S. 132).

5.3.5 Schatten bei einer und zwei Lichtquellen

Die fachdidaktische Forschung zu Präkonzepten im Zusammenhang mit Schatten bezieht sich in den meisten Fällen auf zwei Aspekte: 1) Die Orientierung des Schattens und 2) Der Grund für das Entstehen eines Schattens (vgl. z.B. Wiesner & Claus, 1985). In diesem Abschnitt wird der Fokus auf dem zweiten Aspekt liegen, sodass auch nur die hierzu in der Literatur genannten Präkonzepte aufgezeigt werden. Die Antworten auf die Frage, was ein Schatten ist, können nach Feher und Rice (1988) in folgende Kategorien eingeteilt werden: a) *Ein Schatten entsteht, wenn Licht von einem Gegenstand abgeblockt wird*, b) *Ein Schatten entsteht, wenn Licht vom Gegenstand abgelenkt wird*, c) *Licht löst die Produktion bzw. Bewegung des Schattens aus* (vgl. *trigger model*, Feher und Rice (1988) bzw. Feher (1990)) und d) Durch *das Licht kann man den Schatten sehen* (ebd.). In der englischsprachigen Literatur (Guesne, 1985; Feher & Rice, 1988; Brickhouse, 1994) findet sich im Zusammenhang mit der Präkonzeptforschung zu Schatten darüber hinaus nicht selten der Begriff *reflection*, wobei hiermit nach Meinung der Autoren nicht gemeint ist, dass das Licht reflektiert wird. Vielmehr bedeutet die Aussage, dass der Schatten genauso aussieht wie der Gegenstand (Brickhouse, 1994). Blumör (1993) teilt die verschiedenen, von ihm in der Literatur gefundenen Präkonzepte, in die Kategorien a) *Naive Konzepte* (z.B. Licht ist für die Entstehung eines Schattens nicht wichtig), b) *Pseudo-physikalische Konzepte* (z.B. Beziehungen zwischen Lichtquelle, Gegenstand und Schattenbild) und c) *Physikalisches Basiskonzept* ein (ebd.).

Durch Akzeptanzbefragungen zeigen Wiesner und Claus (1985), dass 80 bis 83% der Zweit- bis Viertklässler die Aussage *Schatten als Bereich, in den kein Licht der Lichtquelle hineinkommt*, jahrgangsübergreifend als richtig bezeichnen. Die Aussage von *Schatten als Rauch, der aus dem Gegenstand* herausströmt, bewerten die Lernenden in den verschiedenen Jahrgängen unterschiedlich. Während in der 2. Klasse noch 36,2% der Lernenden der Aussage zustimmen, halten in der 4. Klasse nur noch 8,9% der Lernenden die Aussage für korrekt (ebd.).

Zu Präkonzepten bei Schatten von zwei Lichtquellen gibt es weitaus weniger Untersuchungen. Nach Murmann (2002) nennen Schülerinnen und Schüler für die Entstehung eines Kernschattens folgende Gründe: 1) *In den Kernschatten kommt kein Licht*, 2) *Der Kernschatten wird von den Lichtquellen hervorgerufen* a) *Für den Kernschatten sind zwei Lichtquellen verantwortlich*, b) *Für den Kernschatten ist eine Lichtquelle verantwortlich*, 3) *Die beiden Halbschatten addieren sich zum Kernschatten* und 4) *Der Kernschatten als Schatten des eigentlichen Gegenstandes* (ebd.). Eine ähnliche Aussage wie 3), also die Addition der beiden Halbschatten zu einem Kernschatten, findet sich auch bei Blumör (1993): „Der Schatten kann von einem Schatten eines anderen Gegenstandes überdeckt sein oder er vermischt sich mit der Dunkelheit beider Schatten“ (ebd., S. 75). Diese Aussage bezieht sich jedoch nicht direkt auf die Schatten von zwei Lichtquellen, sondern auf das Überlappen von Schatten im Allgemeinen.

5.3.6 Mondphasen

Nach einer Studie von Brunsell und Marcks (2007) verstehen nur 4% der Sechstklässler wie die Mondphasen entstehen. Insbesondere lassen sich nach Baxter (1989) bzw. Hermann und Lewis (2003) bei Schülerinnen und Schülern im Alter von 9 bis 16 Jahren fünf häufig vorkommende Präkonzepte zur Entstehung der Mondphasen nachweisen: 1) *Wolken schieben sich vor den Mond*, 2) *Planeten werfen einen Schatten auf den Mond*, 3)

Der Mond schiebt sich hinter die Sonne, 4) *Der Schatten der Erde fällt auf den Mond*, 5) *Der korrekte wissenschaftliche Standpunkt* (ebd.). Hierbei kommt gerade Präkonzept 4) besonders häufig vor (Brunsell & Marcks, 2007; Trundle & Troland, 2005, Schoon, 1992, Hermann & Lewis, 2003): Vorstellung 1) (schriftliche Antwortalternativen: 5,4%, zeichnerische Antwortalternativen: 7,1%) 2) (schriftliche Antwortalternativen: 12,5%, zeichnerische Antwortalternativen: -) und Vorstellung 3) (schriftliche Antwortalternativen: -, zeichnerische Antwortalternativen: 3,6%) und 5 (schriftliche Antwortalternativen: 21,4%, zeichnerische Antwortalternativen: 23,2%) sind seltener (Hermann & Lewis, 2003). Ähnliche Ergebnisse findet man bei Baxter (1989).

Durch Interviews mit Drittklässlern konnten Stahly et al. (1999) zusätzliche Präkonzepte erheben: Teilweise wird die Entstehung der Mondphasen von Lernenden beschrieben, ohne explizit auf die Rolle der Sonne einzugehen (ebd.). In diesem Fall ist die Position der Erde relativ zur Position des Mondes für das Entstehen der Mondphasen verantwortlich (ebd.). Einen Vollmond sieht man, wenn der Mond direkt über einem steht (ebd.). Die Position des Mondes auf der Mondbahn spielt in diesem Fall keine Rolle für die Mondphase (ebd.). Ein Schüler meint, dass die Mondphasen durch die Bewegung des Mondes um die Erde entstehen (ebd.). Eine nähere Erklärung wird nicht gegeben (ebd.).

5.3.7 Finsternisse

Während sich diverse Studien mit den Präkonzepten zu Mondphasen beschäftigt haben, gibt es kaum Forschungsergebnisse zu den Präkonzepten zum Entstehen von Sonnen- und Mondfinsternissen. Baxter (1989) führt aus, dass der Zusammenhang zwischen den Mondphasen und Finsternissen zu Verwirrung führt. Ferner können Lernende eher eine Mondfinsternis, als einen Vollmond erklären (Barnett & Morran, 2002; Parker & Heywood, 1998). Auch Lernende, die das Entstehen der Mondphasen verstehen, können nicht automatisch die richtige Position des Mondes während einer Sonnenfinsternis nennen (Barnett & Morran, 2002). In der Studie von Barnett und Morran (ebd.) nennen die Schülerinnen und Schüler für das Auftreten einer Mondfinsternis das Blockieren des Sonnenlichts durch die Erde und für das Auftreten einer Sonnenfinsternis das Blockieren des Sonnenlichts durch den Mond. Barab et al. (2000) klassifizieren das Verständnis von Lernenden zu Finsternissen wie folgt: A) *Kein Konzept*, B) *Verwirrt* (z.B. falsche Positionen der beteiligten Himmelskörper, C) *Nicht vollständig* (Schülerinnen und Schüler können erklären, dass eine Finsternis entsteht, weil die Himmelskörper in der richtigen Reihenfolge auf einer Linie sind. Sie können aber nicht den Unterschied zwischen einem Vollmond und einer Mondfinsternis erklären), D) *Teilweises Verständnis* (Die Schülerinnen und Schüler wissen zusätzlich, dass die Mondbahn gekippt ist, können aber nicht den Unterschied zwischen einem Vollmond und einer Mondfinsternis nennen) und E) *Vollständiges Verständnis* (ebd.).

Zusammenfassung:

Präkonzepte sind als Teil des Vorverständnisses der Lernenden elementar für den Physikunterricht bzw. das Lernen der Schülerinnen und Schüler (z.B. Niedderer & Schecker, 2014). In der Literatur findet man eine Reihe an Präkonzepten der Schülerinnen und Schüler zu den Inhalten Schattenentstehung, Finsternisse, Mondphasen, Reflexion, Absorption und Streuung. Gleichzeitig gibt es bisher kaum Erkenntnisse zu den vorliegenden Präkonzepten in inklusiven Lerngruppen (Hoffmann & Menthe, 2015), sodass hier weitere Forschung notwendig ist.

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bietet die Berücksichtigung von Präkonzepten ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:

Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperationsfähigkeit	Selbstständigkeit
✓ z.B. Spägele, 2008	✗	✗	✗

5.4 Aufgabenstellungen, Differenzierung und Scaffolding im (inklusiven) Physikunterricht

> „Das Fundament der Stunde ist das Lernprodukt, genauer die Trias aus ‚Lernprodukt-Aufgabenstellung-Materialien/Methoden'. Das Lernprodukt ist es, die Aufgabenstellung macht es und die Materialien/Methoden tun es" (Leisen, 2014, S. 102).

Diese Aussage von Leisen (ebd.) macht deutlich, dass im Sinne seines Lehr-Lern-Modells eine materielle Steuerung des Unterrichts durch die Aufgabenstellungen bzw. Materialien und Methoden gelingen kann und gleichzeitig, dass Aufgabenstellungen und Materialien/Medien, die zu Lernprodukten in Form von z.B. Antworttexten, Diagrammen, Experimenten, usw. führen, zentral für den Unterricht sind (Leisen, 2014; Leisen, 2016a).[55]

Die Entwicklung geeigneter Lernaufgaben für Schülerinnen und Schüler wird jedoch durch die (starke) Heterogenität der Lerngruppen erschwert, weil sowohl Überforderung, als auch Unterforderung im Unterricht vermieden werden sollten (Wember, 2013; Leisen, 2014; Leisen, 2016a). Entsprechend ist innere Differenzierung, gerade im inklusiven Unterricht, unabdingbar (Schmeinck & Hennemann, 2014; Wember, 2013)[56]. Neben der Tatsache, dass auf diese Weise Über- und Unterforderung vermieden werden kann, wird durch eine materielle Steuerung (Leisen, 2014; Leisen, 2016a)[57] bzw. non-personelle Hilfen (Wocken, 2013) die Lehrkraft entlastet und kann sich individuellen Problemen ausführlicher widmen (vgl. z.B. Wember, 2013). Insbesondere kann sich die Lehrkraft auf diese Weise verstärkt um die „Lernenden mit gravierenden und persistierenden Lernschwierigkeiten" (ebd., S. 382) kümmern, wie sie auch bei Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensschwierigkeiten vorliegen (können) (Myschker, 2009; Hennemann et al., 2017).

[55] Neben dieser materiellen Steuerung spricht Leisen (2014; 2016a) zusätzlich auch über eine personelle Steuerung des Unterrichts in Form von Moderation und Feedback.

[56] Diese Aussage gilt, obwohl nach Hattie (2013) innere Differenzierung (im englischen als *within-small grouping* bezeichnet (vgl. Inckemann, 2014)) lediglich eine geringe Effektstärke von 0,16 hat. Folglich ist innere Differenzierung nach Hattie (2013) nur leicht effektiver als keine innere Differenzierung. Gleichzeitig führt Hattie (2013) jedoch auch aus, dass die Effektstärken innerer Differenzierung für leistungsstarke Lernende am höchsten sind (vgl. auch Inckemann, 2014). Auch die Klassengröße hat einen entscheidenden Einfluss auf die Effektstärke (Hattie, 2013; Inckemann, 2014).

[57] Auf diese Weise wird auch das selbständige Lernen der Schülerinnen und Schüler gefördert und gleichzeitig wird die Kooperationsfähigkeit gestärkt, weil sich die Lernenden gegenseitig unterstützen (müssen) (Leisen, 2019).

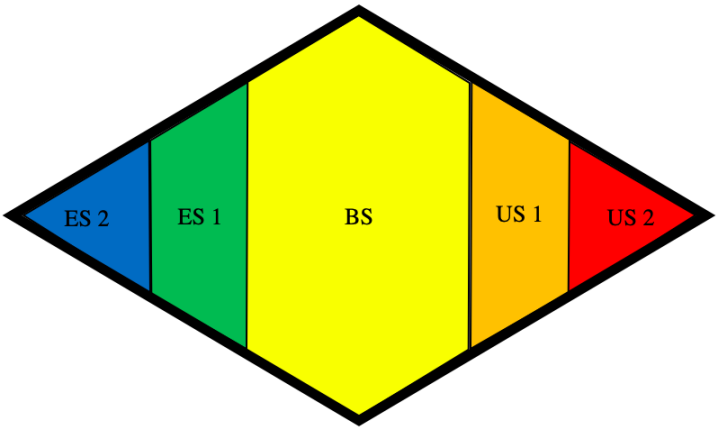


Abbildung 8: Modell nach Wember (2013) zur Heterogenität in inklusiven Lerngruppen.

Wember (2013) entwickelte ein rautenförmiges Modell (vgl. Abbildung 8), welches die starke Heterogenität, wie sie in inklusiven Lerngruppen vorliegt, beschreibt und Hinweise zur Differenzierung im Unterricht geben kann. Nach Wember (2013) gibt es in inklusiven Lerngruppen insgesamt fünf Niveaustufen: Die meisten Schülerinnen und Schüler befinden sich im zentralen Niveau – der sogenannten Basisstufe (BS). „Die Aufgaben auf diesem Niveau formulieren die Anforderungen, die eigentlich von allen Lernenden der Jahrgangsstufe bewältigt werden sollten, denn sie beziehen sich auf den Erwerb der im allgemeinbildenden Curriculum ausgewiesenen Kompetenzen und Qualifikationen“ (Wember, 2013, S. 381). Die stärkeren Lernenden befinden sich auf der Erweiterungsstufe 1 (ES 1) bzw. der Erweiterungsstufe 2 (ES 2) (ebd.). Durch geeignete Differenzierungsmaßnahmen nach oben (z.B. Tempoaufgaben) können diese Lernenden gefördert werden, wodurch Unterforderung vermieden wird (ebd.). Dabei handelt es sich auf ES 1 um vertiefende Aufgaben innerhalb der Kompetenzerwartungen des Curriculums, während die Aufgaben auf ES 2 (weit) darüber hinausgehen (können) (ebd.).

Auf der anderen Seite der Raute befinden sich die Unterstützungsstufen 1 und 2 (US 1 und US 2) (ebd.). Auf US 1 geht es darum Überforderung zu vermeiden, wobei gleichzeitig das Entstehen von Lernstörungen vermieden werden soll (ebd.). In ES 2 befinden sich diejenigen Lernenden, bei denen bereits eine Lernstörung vorliegt. „Hier muss es darum gehen, unverzichtbare Lernvoraussetzungen zu fördern, die für den Erwerb zentraler elementarer Qualifikationen wichtig sind“ (ebd., S. 381).

Um bei Differenzierung die Gruppe US 1 und US 2 (Wember, 2013) zu berücksichtigen, lassen sich folgende Möglichkeiten nutzen (vgl. Leisen, 2016a; Leisen, 2016c; Leisen, 2019):

1) Die Lernenden konstruieren untereinander bzw. gemeinsam mit der Lehrkraft das Wissen. Näheres hierzu findet man im Abschnitt 4.3.

2) Die Schülerinnen und Schüler arbeiten an Aufgaben auf unterschiedlichen fachlichen Niveaus. Dies kann beispielsweise durch den Umfang bzw. die zur Verfügung gestellte Zeit, die zur Verfügung gestellten Zugänge (Inckemann, 2014), die Komplexität der Aufgabenstellung (Inckemann, 2014; Leisen, 2016a) bzw. durch den Grad der Offenheit einer Aufgabenstellung (Leisen, 2016a) gelingen.

3) Alle Schülerinnen und Schüler arbeiten an denselben Aufgabenstellungen. Dabei werden sie z.B. von gestuften Lernhilfen (Leisen, 1999; Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013; Arnold et al., 2017, Leisen, 2019) – „hard scaffolds“ (Saye & Brush, 2002, S. 82) – oder durch die Lehrkraft – „soft scaffolds“ (ebd., S.82) – unterstützt. Während soft scaffolds situationsabhängig sind, könnten hard scaffolds explizit, z.B. in Form von gestuften Lernhilfen, geplant werden: Für den naturwissenschaftlichen Unterricht wurden Aufgaben mit gestuften Lernhilfen zuerst von Leisen (1999) vorgeschlagen und von der Arbeitsgruppe um Wodzinski weiterentwickelt (Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013). In der Version von Franke-Braun (2008), Stäudel und Wodzinski (2010) bzw. Wodzinski (2013) bestehen gestufte Lernhilfen jeweils einerseits aus einer Frage, die zum Denken anregen soll und der Antwort auf die Frage, wobei die Lernhilfen „sinngemäß den Lehrer-Schüler-Dialog im fragend-entwickelnden Lehrergespräch“ (Stäudel & Wodzinski, 2010, S. 242) immitieren. Bei den auf den gestuften Lernhilfen genannten Fragen handelt es sich um eine Mischung von lernstrategischen oder inhaltlichen Impulsen (Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013). Hierbei unterstützen lernstrategische Hilfen „die Lernenden das gestellte Problem richtig zu erfassen und zu strukturieren“ (Franke-Braun, 2008, S. 72), während inhaltliche Impulse „in erster Linie der Aktivierung von Vorwissen, die Antworten dazu dem Ausgleich von Wissenslücken und der Ausführung des zugrunde liegenden Gedankens im Bearbeitungsprozess“ (ebd., S. 72) dienen. Zusätzlich können Hilfen auch die Erläuterungen von Fachbegriffen sein oder bei der Formulierung der Antwort unterstützen (Türck et al., 2018). Die letzte Hilfe stellt immer die Lösung der Aufgabenstellung dar, wobei diese Lösung schwächere Lernende unterstützen und gleichzeitig als Kontrollmöglichkeit für stärkere Lernende dienen kann (Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013).
Zur Realisierung von Hilfekarten im Unterricht gibt es verschiedene Möglichkeiten: Während Franke-Braun (2008) bzw. Stäudel und Wodzinski (2010) bzw. Wodzinski (2013) Karteikarten am Pult bzw. speziell gefaltete Blätter am Schülertisch nennen – und Zweitgenanntes favorisieren – verwenden Arnold et al. (2017) Hilfekarten in zugeklebten Briefumschlägen. In allen genannten Fällen geht es jeweils darum ein zu schnelles Verwenden der Hilfekarten zu vermeiden bzw. ein Abschreiben zu verhindern (vgl. Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013; Arnold et al., 2017). Insbesondere ist in diesem Sinne auf eine geeignete Instruktion zu achten (vgl. auch Türck et al., 2018).
Ferner wird den Lernenden mündlich mitgeteilt, dass sie gemeinsam mit ihren Mitschülerinnen und Mitschülern über die Hilfen sprechen sollen (Stäudel & Wodzinski, 2010). Dies dient einer zusätzlichen Unterstützung bei der Lösung der Aufgabenstellung (ebd.).
Die Schülerinnen und Schüler dürfen selbst entscheiden, wann und in welchem Umfang sie die gestuften Lernhilfe(n) verwenden möchten (Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013; Arnold et al., 2017, Schmidt-Borcherding et al., 2013). Auf diese Weise wird eine Möglichkeit zum Umgang mit Heterogenität ermöglicht:

> „Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler können die Aufgabe ohne Hilfen bearbeiten und erst zum Schluss ihre Lösung mit der letzten Hilfe vergleichen. Andere, die größere Schwierigkeiten haben, können sich mit

> den Hilfen Schritt für Schritt zur Lösung vorarbeiten und so ebenfalls zu einem Erfolgserlebnis kommen“ (Wodzinski, 2013, S. 45).

Gleichzeitig werden nach Stäudel und Wodzinski (2010) durch das Verwenden gestufter Lernhilfen die Lerntempi der Lernenden einander angeglichen.
Studien zeigen, dass der Lernerfolg bei der Arbeit mit gestuften Lernhilfen höher als bei der Nutzung eines Informationstexts ist (Wodzinski, 2013). Dies sollte sich positiv auf den Bildungsauftrag im *Modell dualer Unterrichtsplanung* (vgl. Abschnitt 3.4.2.4) auswirken. Bei der Verwendung von gestuften Lernhilfen strengen sich die Lernenden stärker an (ebd.), was gerade bei Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen ansonsten oftmals ein Problem darstellt (KMK, 2000). Darüber hinaus wirken sich gestufte Lernhilfen (im Vergleich zu einem Schulbuchtext als Hilfe) positiv auf die intrinsische Motivation der Lernenden aus (Wodzinski, 2013). Dies wiederum sollte positiv für Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen sein, da diese Lernenden oftmals Motivationsdefizite aufweisen (KMK, 2000). Ferner führen Aufgaben mit gestuften Lernhilfen (im Vergleich zu einem Schulbuchtext als Hilfe) zu einer stärkeren Eingebundenheit der Lernenden (Wodzinski, 2013), was gerade aus Sicht des Ziels der Verbesserung sozialer Integration von Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen (vgl. Abschnitt 3.5.1) für die Verwendung von gestuften Hilfen spricht. Darüber hinaus bieten gestufte Lernhilfen die Möglichkeit zur Förderung der Selbstständigkeit (Wodzinski, 2013). Bedingt durch die Aufforderung zur Kommunikation über die gestuften Lernhilfen lässt sich ferner die problembezogene Kommunikation (Franke-Braun, 2008) und damit auch die Kooperationsfähigkeit fördern. Folglich bieten gestufte Lernhilfen die Möglichkeit zur Förderung von Kooperationsfähigkeit, Selbstständigkeit und sozialer Integration im Sinne des Entwicklungsauftrags im *Modell dualer Unterrichtsplanung* bzw. beim SEL (vgl. Abschnitt 3.4.2.4) an.

Alle drei, der von Leisen (2016a; 2016c, 2019) genannten, Möglichkeiten zur inneren Differenzierung, haben das Ziel den *extraneous cognitive lo*ad im Sinne der *Cognitive Load Theory* (Sweller, 2010; vgl. auch Maresch, 2006; Hessel, 2008; Schanze & Girwidz, 2018; Hillmayr et al., 2017) zu verringern (Arnold et al., 2017). Die *Cognitive Load Theory* (Sweller, 2010; vgl. auch Maresch, 2006; Hessel, 2008; Schanze & Girwidz, 2018; Hillmayr et al., 2017) geht davon aus, dass die Aufnahmekapazität des Arbeitsgedächtnisses – im Gegensatz zum Langzeitgedächtnis – beschränkt ist, wobei davon ausgegangen wird, dass der Mensch zur gleichen Zeit 7 plus/minus 2 Chunks (Informationseinheiten) verarbeiten kann (vgl. Miller, 1956). Entsprechend ist ein Lernen nur dann möglich, wenn die kognitive Belastung (*Cognitive Load*) ebenfalls beschränkt ist. Ansonsten kommt es zur Überlastung (*Overload*). Hierbei geht die *Cognitive Load Theory* davon aus, dass sich diese kognitive Belastung aus drei Teilen zusammensetzt (Sweller, 2010; vgl. auch Maresch, 2006; Hessel, 2008; Hillmayr et al., 2017):

1) *intrinsic cognitive load* (*lernthemenbezogene kognitive Belastung* – deutsche Übersetzung entnommen aus Maresch, 2006): Der *intrinsic cognitive load* hängt von der Schwierigkeit eines Themas ab. Je schwerer bzw. vernetzter die einzelnen Inhalte sind, desto höher ist der *intrinsic cognitive load*. 2) *extraneous cognitive load* (*lernumgebungsbezogene kognitive Belastung* – deutsche Übersetzung entnommen aus Maresch, 2006): Der *extraneous cognitive load* hängt von der Gestaltung des Lernmaterials bzw. der Lernumgebung ab. Je ungeeigneter das Material für eine bestimmte Person

gestaltet ist, desto höher ist der *extraneous cognitive load*. 3) *germane cognitive load* (*lernprozessbezogene kognitive Belastung* – deutsche Übersetzung entnommen aus Maresch, 2006): Durch den *germane cognitive load* wird die kognitive Belastung beschrieben, die für den eigentlichen Lernprozess bzw. Wissenserwerb notwendig ist: „Die noch verbleibende freie Gedächtniskapazität („germane cognitive load“) kann der Lernende für das Verständnis des Lernmaterials aufwenden, also die Organisation und die Integration der neuen Information mit dem bereits vorhandenen Wissen“ (Hessel, 2008, S. 104).

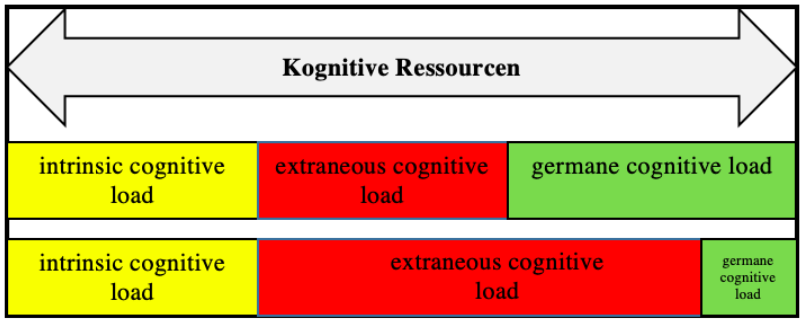


Abbildung 9: Addition der kognitiven Belastungen nach Maresch (2006).

Die einzelnen kognitiven Belastungen addieren sich, wobei die Summe maximal den zur Verfügung stehenden kognitiven Ressourcen entsprechen kann (Sweller, 2010; vgl. auch Maresch, 2006; Hessel, 2009; vgl. auch Abbildung 9). Während der *instrinsic cognitive load* vom Thema vorgegeben ist, lässt sich insbesondere der *extraneous cognitive load* durch geeignete Designstrategien verringern (vgl. Abschnitt 5.8). Auf diese Weise stehen mehr Kapazitäten für den *germane cognitive load*, also das Verständnis des Informationsangebots, zur Verfügung (vgl. Abbildung 9; ebd.).

Zusammenfassung:

Mit Hilfe von Ko-Konstruktion, Aufgaben mit unterschiedlichem fachlichen Niveau und gestuften Lernhilfen ist Differenzierung in heterogenen Lerngruppen möglich (Leisen, 2016a; Leisen, 2016c; Leisen, 2019), wobei sich auf diese Weise der extraneous cognitive load verringern lässt (vgl. Arnold et al., 2017).

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bietet insbesondere das Scaffolding durch gestufte Lernhilfen ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:

Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperationsfähigkeit	Selbstständigkeit
✓ z.B. Wodzinski, 2013	(✓) z.B. Wodzinski, 2013	✓ z.B. Franke-Braun, 2008	✓ z.B. Wodzinski, 2013

5.5 Sprachsensibler (Physik-)Unterricht

„Sprache ist [...] der Schlüssel [...] für einen gelingenden Fachunterricht“ (Leisen, 2019, S. 3). Diese Aussage zeigt bereits, dass das fachliche Lernen eng mit dem sprachlichen Lernen bzw. mit den vorliegenden sprachlichen Kompetenzen der Lernenden verbunden ist bzw. fachliches Lernen durch Sprache überhaupt erst möglich wird (Rost et al., 2004; Leisen, 2005a; Leisen, 2015a; Leisen, 2015b; Leisen, 2019). In diesem Zusammenhang gilt es zu berücksichtigen, dass die sprachlichen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in starkem Maße heterogen sind, wobei die Lesekompetenz in Deutschland eine stärkere Diversität aufweist als in anderen Ländern (Schaffner et al., 2004). Ferner weisen 22,3% der Schülerinnen und Schüler in Deutschland eine derart geringe Lesekompetenz auf, dass sie „nicht in der Lage [sind], einfachste Leseaufgaben zu bewältigen“ (ebd., S. 103).

Darüber hinaus ergibt sich gerade aus sprachlicher Sicht im Physikunterricht die Schwierigkeit, dass dieser Unterricht stark von Fachsprache geprägt ist: Sowohl im Unterrichtsgespräch (Berck, 1986), als auch in Texten in Schulbüchern (Leisen, 2005a; Leisen, 2007; Härtig & Neumann, 2014; Berendes et al., 2017) findet sich eine hohe Anzahl an Fachbegriffen[58]. Entsprechend stellt der von Fachbegriffen geprägte Physikunterricht Schülerinnen und Schüler vor eine große Herausforderung (Leisen & Seyfarth, 2006; Leisen, 2019)[59] und baut entsprechend Barrieren auf (Schlüter & Melle, 2017).[60] Aus Sicht der *Cognitive Load Theory* (Sweller, 2010; vgl. auch Maresch, 2006; Hessel, 2008; Schanze & Girwidz, 2018; Hillmayr et al., 2017) werden dabei aufgrund der höheren intrinsischen Belastung – eine höhere Anzahl an Fachwörtern – mehr Ressourcen im Arbeitsgedächtnis beansprucht.

Insbesondere können physikalische Inhalte im von Fachsprache geprägten Physikunterricht eigentlich nur verstanden werden, wenn die Schülerinnen und Schüler bereits vor dem Unterricht ein entsprechendes Vorwissen erworben haben (Leisen, 2005a). Damit alle Lernenden am Physikunterricht partizipieren können, gilt es folglich Fachbegriffe sukzessive einzuführen und nicht unhinterfragt als bekannt vorauszusetzen (vgl. Leisen, 2019). In diesem Zusammenhang schrieb bereits der bekannte Physiker Carl Friedrich von Weizsäcker (* 1912, † 2007):

> „Es gibt einen immer schon erschlossenen Bereich, in dem man sich gut genug verständigen kann, um – auf das dort herrschende Verständnis aufbauend – neue Bereiche zu erschließen. Der schon erschlossene Bereich, in dem wir uns verständigen können, ist uns erschlossen nicht nur, aber weitgehend durch die Sprache, die wir immer schon sprechen. Daher ist die ‚natürliche’ Sprache, d.h. die Sprache, die wir jeweils schon haben und die die Logiker heute manchmal Umgangssprache nennen, die Voraussetzung der weiteren Erkenntnis und damit auch der weiteren Verschärfung der Begriffe“ (von Weizsäcker, 1972, S. 82).

[58] Nicht nur die Fachbegriffe an sich, sondern auch die Dichte in der sie vorkommen und die Sprachstrukturen sind für die Lernenden in der Regel schwierig (Leisen, 2007; 2019). Insbesondere liegen die Schwierigkeiten beim Lesen von Texten in Physikbüchern auf Wort-, Satz- und Textebene (Leisen & Seyfarth, 2006). Darüber hinaus stellt es sich als problematisch heraus, dass einzelne Fachbegriffe im Physikunterricht im Alltag eine andere Bedeutung haben (Leisen, 2015a; Leisen, 2019).

[59] Nach Steele (2004) trifft dies auch auf Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf zu, weil die Texte oft zwei bis drei Jahre über der aktuellen Lesekompetenz der Lernenden geschrieben sind.

[60] Neben der Sprache können auch die Inhalte eine Barriere darstellen (Leisen, 2019).

Von Weizsäcker folgend findet der Gewinn und die erste Beschreibung von Erkenntnissen im (sprachsensiblen) Physikunterricht zunächst in Alltagssprache bzw. der bereits erworbenen Fachsprache statt (vgl. auch Leisen, 2005a; Leisen, 2019) und gleichzeitig benötigt der Physikunterricht immer nur so viel Fachsprache bzw. Fachbegriffe, wie tatsächlich gebraucht wird (Leisen, 2005a). In diesem Zusammenhang gilt es insbesondere zu bedenken, dass man ein physikalisches Phänomen verstanden haben kann, ohne es in Fachsprache beschreiben zu können (Leisen & Berge, 2005; Leisen, 2019). Gleichzeitig gilt jedoch auch: „Wenn man einen Sachverhalt in Fachsprache formulieren kann, dann heißt das nicht, dass man ihn auch verstanden hat“ (Leisen & Berge, 2005, S. 27) – vgl. auch Leisen (2019).

Ferner gilt es beim Verstehen physikalischer Inhalte zu berücksichtigen, dass gleiche Erkenntnisse bzw. das gleiche physikalische Gesetz in verschiedenen Formen dargestellt werden können bzw. im sprachsensiblen Physikunterricht sogar dargestellt werden müssen (Leisen, 2005a; Leisen, 2015b; Leisen, 2016c; Leisen, 2019). Diese Darstellungsformen liegen auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus (Leisen, 2005), wobei dies keine direkte Aussage über ihre Komplexität zulässt (Leisen, 2005). Typisch für den Physikunterricht ist der Weg vom wenig abstrakten Niveau der *nonverbalen Sprache* hin zur *mathematischen Sprache*, wobei dieser Weg nicht zwingend einzuhalten ist (Leisen, 2005a). Vielmehr gilt es „situativ die passende Darstellungseben und die passende Darstellungsform zu nutzen“ (ebd., S. 8).

Wenn es im Physikunterricht möglich ist, sollte die Lehrkraft darauf achten Misserfolge beim Lesen von Texten zu vermeiden (Leisen, 2015b). Denn Schülerinnen und Schüler, die Probleme mit der Fachsprache bzw. allgemeiner der Sprache im Physikunterricht haben, erhalten sonst einerseits schlechtere Noten und stören andererseits häufiger im Unterricht (Leisen, 2019). Ein (sprachsensibler) Physikunterricht muss dem entgegenwirken und sowohl die geringen sprachlichen Kompetenzen einzelner Lernender und die Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler mit der Fachsprache explizit berücksichtigen, sowie die sprachlichen Kompetenzen entsprechend im Fach fördern (Schaffner et al., 2004; Leisen, 2007; Leisen, 2015a; Leisen, 2019). Dabei unterscheidet Leisen (2007) bzw. Leisen (2019) beim Umgang mit Texten im Physikunterricht zwei Möglichkeiten: (1) „Anpassung des Lesers an den Text“ (Leisen, 2007, S. 12) und (2) „Anpassung des Textes an den Leser“ (Leisen, 2007, S. 12). Dabei muss die in (1) genannte Sprachförderung im Physikunterricht so angelegt sein, dass sie das akademische Lernen im Fach unterstützt (Leisen, 2015a; Leisen, 2019). Gleichzeitig muss neben einer fachlichen Unterstützung (vgl. Abschnitt 5.4) die verwendete Sprache (z.B. in Aufgaben) durch geeignetes Scaffolding an die vorliegenden Kompetenzen der Lernenden angepasst werden (Leisen, 2015b; Leisen, 2016b; Leisen, 2016c; Leisen, 2019). Die unterschiedlichen sprachlichen Kompetenzen der Lernenden wiederum machen eine Differenzierung notwendig (Schaffner et al., 2004; Leisen, 2019). Hierzu schlägt Leisen (ebd.), wie auch schon bei der fachlichen Unterstützung (vgl. Abschnitt 5.4), die Methode der gestuften Lernhilfen und unterschiedlich schwierige Formulierungen in Texten bzw. Aufgabenstellungen vor.[61] In beiden Fällen sollten an die Lernenden sprachliche Anforderungen gestellt werden, die im Sinne der *Zone der nächsten Entwicklung* (Wygotski, 1987) bzw. dem *Prinzip der kalkulierten Herausforderung* (Leisen, 2015b; Leisen, 2016c; Leisen, 2019; vgl. auch Leisen, 2015a) knapp über ihren aktuellen sprachlichen Kompetenzen liegen.

Um Texte auch für Schülerinnen und Schülern mit sehr geringen sprachlichen Kompetenzen verständlich und insbesondere barrierefrei (auch im Sinne des UDL) zu

[61] Den zweiten Vorschlag findet man auch bei Bormann (2019).

gestalten (vgl. auch Wocken, 2013), bietet sich beispielsweise die sogenannte *Leichte Sprache* (Seitz, 2014; Kellermann, 2014; Bock, 2015a; Bock, 2015c; Bredel & Maaß, 2016; Bock, 2017; Schuppener et al., 2018) bzw. *Einfache Sprache* (Bock, 2014; Kellermann, 2014; Bredel & Maaß, 2016) an[62].

Leichte Sprache wurde in der Praxis entwickelt (Bock, 2014; Bock, 2015c; Bredel & Maaß, 2016), hat eine Partizipationsfunktion, Lernfunktion und Brückenfunktion (Bredel & Maaß, 2016)[63] und kann

> „als monomedial schriftliche, nähesprachlich geprägte, regulierte Reduktionsvarietät des Deutschen mit asymmetrischen Gebrauchs- und asymmetrischen Erwerbsbedingungen beschrieben werden" (ebd., S. 58f).

Dabei ist *Leichte Sprache*, die nach Bredel und Maaß (ebd.) unverzichtbar für inklusiven Unterricht ist, durch sich unterscheidende Kriterienkataloge definiert, die es zu erfüllen gilt (Bock, 2014; Bock, 2015a; Bredel & Maaß, 2016, Bergelt et al., 2016, Bock, 2017, Schuppener et al., 2018). Die gemeinsamen Regeln der drei populärsten Kriterienkataloge sind in Tabelle 8 (mittlere Spalte) dargestellt. Die Tatsache, dass nur diese Regeln dargestellt wurden, soll jedoch keineswegs bedeuten, dass diese Regeln ausreichen, um einen Text in *Leichter Sprache* zu verfassen (vgl. Bredel & Maaß, 2016).

Ähnliche Regeln für den sprachsensiblen Fachunterricht findet man auch bei Leisen (2007). Sie wurden in der rechten Spalte in Tabelle 8 an der jeweils passenden Stelle eingefügt.

Darüber hinaus wird das Kriterium „Benutzen Sie Bilder" (BMAS, 2013, S. 67) genannt – jedoch nicht in allen Katalogen (vgl. auch Bredel & Maaß, 2016; Leiß, 2018).

Die bisherige Forschung zur *Leichten Sprache* zeigt, dass die einzelnen Regeln unterschiedlich intensiv genutzt und befürwortet werden (Bergelt et al., 2016; vgl. auch Bock, 2017). Insbesondere die Regeln zum Verzicht auf Fremdwörter bzw. Abkürzungen werden in der Praxis häufig genutzt.[64] Gleichzeitig zeigt die bisherige Forschung, dass *Leichte Sprache* die Selbstständigkeit bzw. das eigenständigere Bearbeiten von Aufgaben unterstützt (Bergelt et al., 2016; vgl. auch Schuppener et al., 2018).

Ferner gibt es auch Kritik an diesen Regelwerken: So enthalten die Texte in *Leichter Sprache* in der Regel weniger Informationen (Bock, 2014) und die Kriterien wurden bisher empirisch kaum überprüft (Bock, 2014; Bock, 2015a, Bock, 2015c; Bergelt et al., 2016, Bock, 2017, Schuppener et al., 2018). Auch werden „Aspekte [wie] Textsorte, Textfunktion, Inhalt, Informationsanordnung, motivationale Aspekte oder adressatenspezifisches (sprachliches und nichtsprachliches) (Vor-)Wissen [...] nicht thematisiert" (Bock, 2015b, S. 1). Ferner konnte Bock nachweisen, dass beispielsweise das Kriterium zum Verzicht auf Negationen eher unproblematisch ist (Bock, 2017) und dass insbesondere das Vorwissen entscheidend ist (Bock, 2014).[65]

---

[62] Für den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht schlagen z.B. Mathiszik et al. (2018) und Rott (2018) *Leichte Sprache* bzw. *Einfache Sprache* vor.

[63] *Leichte Sprache* gilt als Durchgangniveau, welches es zu überwinden gilt (Lernfunktion) (Bredel & Maaß, 2016; vgl. auch Bock, 2015a). Wenn Originaltext und ein Text in *Leichter Sprache* nebeneinanderliegen, können Verstehens-Schwierigkeiten im Originaltext durch einen Blick in den Text in *Leichter Sprache* behoben werden (Bredel & Maaß, 2016).

[64] Am häufigsten wird die Regel zum ergänzenden Einsatz von Bildern (vgl. BMAS, 2013) – vgl. auch UDL (z.B. Fisseler & Markmann, 2012; Novak, 2016; Schlüter et al., 2016; Türck et al. (2018) – genutzt. Sie kommt jedoch nicht in allen drei Regelwerken vor.

[65] Weitere Kritikpunkte an Leichter Sprache bzw. den Kriterienkatalogen findet man z.B. bei Seitz (2014) bzw. Leiß (2018).

	Gemeinsame Kriterien Regelwerke aus Bredel & Maaß (2016):	Passende Kriterien aus Leisen (2007)[66]
Visuelle und mediale Gestaltung	1. Größere Schriftgröße. 2. Jeder Satz auf neue Zeile. 3. Keine Worttrennung am Zeilenende. 4. Linksbündig.	
Morphologie	5. Kurze Wörter. 6. Trennung von komplexen Wörtern durch Bindestriche. 7. Verbot von Abkürzungen. 8. Passiv vermeiden.	
Lexik	9. Leicht verständliche Wörter.	wie 9.: „Ausdrucksformen, die der gesprochenen Sprache nahe kommen, einsetzen“ (ebd., S. 13).
	10. Möglichst keine Fremdwörter.	wie 9./10.: „Schwierige Wörter, Gedankengänge und Aussagen in nachfolgenden Sätzen wiederholen“ (ebd., S. 13).
	11. Fremdwörter erklären.	wie 11.: „Erklärungen einschieben, mit ‚d.h.' oder ‚z.B.'“ (ebd., S. 13)[67].
Syntax	12. Kurze Sätze.	wie 12.: „Kurze Sätze verwenden“ (ebd., S. 13).
Semantik	13. Negation vermeiden.	
Text	14. Konsistenz in der Bezeichnung auf Ebene der Nomen.	wie 14.: „Bei denselben Begriffen bleiben, unnötige Begriffs- und Ausdruckswechsel vermeiden“ (ebd., S. 13).
	15. Relevante Informationen an den Anfang.	passend zu 15.: „Ergänzende Details an den Schluss des Textes stellen“ (ebd., S. 13).
	16. Zwischenüberschriften erwünscht.	passend zu 16.: „Den Text klar gliedern und zur Ausgangsfrage zurückkehren“ (ebd, S. 13).
	17. Direkte Ansprache.	wie 17.: „den Leser unmittelbar ansprechen und eine Fragehaltung erzeugen“ (ebd., S. 13). passend zu 17 auf fachlicher Ebene: „Beispiele aus dem Erfahrungsbereich des Lesers verwenden [...] Anschaulich argumentieren durch Anbindung an bekannte Gegenstände, Vorgänge, Ereignisse [...] Rhetorische Fragen zum Mitdenken“ (ebd., S. 13).

Tabelle 8: Gemeinsame Kriterien der drei Regelwerke Leichter Sprache (linke und mittlere Spalte – Formulierungen übernommen aus Bredel und Maaß, 2016) verglichen mit den Kriterien für verständliche Texte nach Leisen (2007).

[66] Leisen (2007) nennt zusätzlich die Verwendung von Bildern. Dieses Kriterium findet sich nicht in allen Kriterienkatalogen Leichter Sprache, jedoch z.B. im Katalog von BMAS (2013).
[67] Wobei Abkürzungen wie „z.B.“ nach Regel 7 im Sinne *Leichter Sprache* nicht gewollt sind.

Folglich müssen die Regeln – ausgehend von den gewonnenen empirischen Erkenntnissen – überarbeitet werden. Insbesondere gilt, dass „sich die Angemessenheit von *Leichte-Sprache*-Texten nur kontextabhängig bestimmen“ (Schuppener et al., 2018, S. 219) lässt.

*Einfache Sprach*e ist dagegen nicht durch ein festes Regelwerk charakterisiert (Kellermann, 2014; Bock, 2014; Bredel & Maaß, 2016) und kann als „Begriff für das Varietätenspektrum zwischen Leichter Sprache und Standardsprache“ (Bredel & Maaß, 2016, S. 527) verstanden werden (vgl. auch Bock, 2014). Nach Kellermann (2014) ist *Einfache Sprache* insgesamt komplexer, besteht aus längeren Sätzen – inklusive Nebensätzen. Auch wird mehr Sachwissen vorausgesetzt (Bock, 2014). Fremdwörter sollen, wie bei der *Leichten Sprache*, vermieden bzw. explizit eingeführt werden (Kellermann, 2014).

Einfache Sprache wird dann eingesetzt, wenn man einen Text vereinfachen möchte (Bock, 2014) und einzelne Regeln aus den Kriterienkatalogen *Leichter Sprache* (vgl. Tabelle 8) als unwichtig im jeweiligen Kontext erachtet (ebd.)

Unabhängig von der Kritik – gerade an *Leichter Sprache* – erscheinen diese beiden Formen der Sprachreduzierung bei gestuften Lernhilfen, aber auch für die Entwicklung sprachlich unterschiedlich schwerer Aufgabenformulierungen auch für den Physikunterricht geeignet (vgl. auch Mathiszik et al., 2018; Rott, 2018), wodurch „Benachteiligungen, die aufgrund geringer Lesekompetenz entstehen, entgegengewirkt werden“ (Bormann, 2019, S. 11) kann. Gleichzeitig gilt es zu berücksichtigen, dass der Leser eines Textes entscheidet, ob dieser Text einfach oder schwierig ist (Leisen, 2019) und entsprechend gibt es nicht „’die’ Sprachvereinfachung“ (ebd. S. 32). Folglich handelt es sich bei der Vereinfachung von Texten um eine komplexe bzw. anspruchsvolle didaktische Aufgabe (Seitz, 2014; Bock, 2015a).

Zusammenfassung:

Sprachsensibler Physikunterricht ist eine wichtige Komponente des fachlichen Lernens, wobei die Schülerinnen und Schüler beispielsweise durch die Methode der gestuften Lernhilfen und unterschiedlich schwierige Formulierungen in Texten bzw. Aufgabenstellungen unterstützt werden können (Leisen, 2019). In beiden Fällen können Leichte Sprache bzw. Einfache Sprache naturwissenschaftliche Texte bzw. Aufgabenstellungen verständlicher gestalten (Mathiszik et al., 2018; Rott, 2018).

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bietet ein sprachsensibler (Physik-)Unterricht bzw. die Verwendung Leichter oder Einfacher Sprache ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:

Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperationsfähigkeit	Selbstständigkeit
✓ z.B. Leisen, 2019	✗	✗	✓ z.B. Bergelt et al., 2016

5.6 Kontextorientierter Physikunterricht und astronomische Kontexte

Schmeinck und Hennemann (2014) nennen als eine der Gelingensbedingungen für einen kompetenzorientierten, inklusiven Unterricht „die konsequente Berücksichtigung der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler“ (ebd., S. 68). Diese Forderung lässt sich aus physikdidaktischer Sicht mit der Forderung nach einem kontextorientierten Physikunterricht verknüpfen, wobei „Kontexte [...] Themen aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler [...], also Alltags- und Naturphänomene oder technische Anwendungen, aber auch Aspekte der Bedeutung der Physik für Technik und Gesellschaft“ (Duit & Mikelskis-Seifert, 2007, S. 4) sein können. Hierbei ist bei der Wahl des Kontexts nach Muckenfuß (1995) darauf zu achten, dass der Kontext *sinnstiftend* (ebd.) ist, da die Schülerinnen und Schüler lediglich dann erkennen, warum sie mehr über diesen Kontext wissen sollten. In diesem Zusammenhang ist es entscheidend, dass die Kontexte hauptsächlich aus Sicht der Lernenden und nicht nur aus Sicht der Lehrkraft sinnstiftend bzw. interessant sind (Duit & Mikelskis-Seifert, 2007; MSB, 2013).

Gleichzeitig sollte es sich nicht um *vorgebliche Kontexte* (Müller, 2006, S. 109) handeln. Das Charakteristikum dieser *vorgeblichen Kontexte* ist, dass der Unterricht noch immer rein fachsystematisch aufgebaut ist und dass der Kontext zu Beginn der Unterrichtsstunde eingeführt wird und im Verlauf des Unterrichts nicht mehr vorkommt (ebd.).

Ein Grund zur Einbettung physikalischer Inhalte in sinnstiftende Kontexte ist die nachgewiesene Motivationssteigerung auf Seiten der Schülerinnen und Schüler (Bennett et al., 2007). Eine derartige Motivationssteigerung ist insbesondere bei Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen wichtig (KMK, 2000). Gleichzeitig ist mit dieser Motivationssteigerung der Wunsch nach einem höheren Kompetenzzuwachs verbunden (Bennett et al., 2007). In ihrem Review konnten Bennett et al. (ebd.) diese Absicht jedoch nicht direkt bestätigen. Gleichzeitig formulieren Bennett et al. (ebd.) jedoch, dass kontextorientierter Physikunterricht zumindest gleichwertig bezogen auf den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen ist (ebd.).

Zur Planung eines kontextorientierten Physikunterrichts entwickelte Muckenfuß (1995) ein Grundschema, welches aus einem Rahmenkontext, Teilkontexten und Anwendungen aufgebaut ist. Hierbei hat das Rahmenkontext-Konzept als übergeordneter Kontext zwei Bedeutungen: „Erstes will es den Anspruch erfüllen, Wissenschaftsorientierung und Lebenspraxis konstruktiv miteinander zu verknüpfen“ (ebd., S. 328) und „zweitens will das Konzept der Rahmenkontexte dazu beitragen, lebenspraktisch relevante Inhalte durch Physikunterricht (partiell) zu erschließen“ (ebd., S. 328).

Die Teilkontexte geben die innere Struktur des Rahmenkontexts (vgl. Tabelle 9) an und dienen auch im Sinne der Sachstruktur als Orientierung, wobei berücksichtigt werden muss, dass bestimmte Teilkontexte aufeinander aufbauen und eine gewisse Form der Fachsystematik erfordern (ebd., vgl. auch Müller, 2006). Die Begründung hierfür liegt darin, dass

> „Lernen sowohl sachsystematisch als auch situiert erfolgen muss. Mit anderen Worten: Neben einem wohl organisierten disziplinären Wissenserwerb bedarf es von Anfang an einer Nutzung des erworbenen Wissens in lebensnahen, transdisziplinären, sozialen und problemorientierten Kontexten. [...] Nur wer neben der sachlogischen Systematik des Wissens auch die situativen Kontexte seiner möglichen Anwendung mitgelernt hat, erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass es in

lebenspraktischen, variablen Kontexten kreativ angewandt wird“ (Weinert, 1998, nach Müller, 2006, S. 111).

Beispielsweise ist es in der elementaren Optik notwendig, dass erst das Lichtstrahl-Konzept bekannt sein muss, bevor das Reflexionsgesetz thematisiert werden kann.

Rahmenkontext Lebenspraktisch bedeutsamer Themenbereich, dessen physikalische Erschließung eine differenzierte Sichtweise eröffnet sowie die Kommunikations- und Handlungsfähigkeit vergrößert.			
Teilkontexte	Kontextbezogene Inhalte	Sachstrukturelle Inhalte	Anwendungen
Thematische Untereinheiten eines Rahmenkontexts.	Phänomene; Alltagserfahrungen; umgangssprachliche Beschreibungen und kontextbezogene Fachbegriffe; gesellschaftliche, historische, politische Zusammenhänge	Physikalische Fachbegriffe, Gesetze, Größen, Konstanten, Modelle, Methoden usw.	Ausblicke; ergänzende oder nicht zum Rahmenkontext gehörende Erfahrungsbereiche aus Umwelt, Technik, Geschichte usw. mit analoger Sachstruktur.

Tabelle 9: Schema zum Design einer kontextorientierten Unterrichtseinheit (nach Muckenfuß, 1995, S. 270)

Mit Anwendungen in Tabelle 9 ist bei Muckenfuß (1995) die Dekontextualisierung gemeint, d.h. das Herauslösen aus dem Erwerbskontext und das Anwenden der erworbenen Kompetenzen in anderen, verwandten Kontexten (MSB, 2008a).

Auch wenn in den Physikkernlehrplänen Kontexte in den einzelnen Inhaltsfeldern genannt sind, sind diese nicht als verbindlich anzusehen (MSB, 2013). Die Entscheidung über den gewählten Kontext liegt daher bei der Physikfachschaft bzw. der jeweiligen Lehrkraft. Bei der Planung eines kontextorientierten Physikunterrichts muss der Lehrkraft dabei insbesondere bewusst sein, dass bestimmte Kontexte einige Schülerinnen und Schüler stärker ansprechen bzw. motivieren als andere Lernende (Whitelegg & Parry, 1999). Dieser Aspekte sollte in inklusiven Lerngruppen, in denen eine stärkere Heterogenität an sich und daraus resultierend auch eine größere Diversität der Interessen vorliegt, noch einmal verstärkt sein. Im Sinne des Lernens am *Gemeinsamen Gegenstand* (Feuser, 1989, S. 22) erscheint es schon aus organisatorischen Gründen nicht sinnvoll dieser stärkeren Diversität der Interessen durch unterschiedliche Rahmenkontexte zu begegnen (vgl. Küpper et al., 2018a). Vielmehr sollte ein für möglichst alle Lernenden interessanter Rahmenkontext von der Lehrkraft genutzt werden. Bei der Auswahl derartiger Kontexte bieten z.B. die *IPN-Interessensstudie* (Hoffmann & Lehrke, 1985, Hoffmann, Häussler & Lehrke, 1998) oder die *Relevance of Science Education-Studie* (kurz ROSE) (Holstermann & Bögeholz, 2007; Elster, 2008, Sjoberg & Schreiber, 2010) gute Ansatzpunkte, wobei die zweitgenannte Studie aufgrund ihrer Aktualität geeigneter erscheint.

Ausgehend von den Erkenntnissen dieser Interessensstudien argumentieren Küpper et al. (2018a), dass sich für den (inklusiven) Physikunterricht insbesondere astronomische Kontexte eignen, da sie sich – im Vergleich zu anderen in den Interessensstudien untersuchten Kontexten – durch ein hohes Interesse der Schülerinnen und Schüler auszeichnen. So zeigen nach Hoffmann und Lehrke (1985) in der 5. Klasse 67,4% der Mädchen bzw. 83,3% der Jungen Interesse an Astrophysik. In der 6. Klasse ist das Interesse

an Astrophysik mit 67% (Mädchen) und 82% (Jungen) ähnlich hoch (ebd.). In der aktuelleren ROSE-Studie mussten die Schülerinnen und Schüler auf einer Rating-Skala von 1 bis 4 (1 ≙ nicht interessiert, …, 4 ≙ sehr interessiert) angeben, inwiefern Sie z.B. die Kontextdimension Astronomie interessiert (Holstermann & Bögeholz, 2007, Elster, 2008, Sjoberg & Schreiber, 2010). Im Mittel gaben die befragten Mädchen einen Wert von 2,7 und die Jungen einen Wert von 2,85 an (Elster, 2008). Diese Werte sind – im Vergleich zu den anderen untersuchten naturwissenschaftlichen Kontextdimensionen und insbesondere im Vergleich zu den physikalischen Kontextdimensionen – als hoch zu bezeichnen. Insbesondere zeigen die Werte der ROSE-Studie, dass das Interesse an Astronomie bei Jungen und Mädchen sehr ähnlich ist (ebd.), was sie zusätzlich für den (inklusiven) Physikunterricht prädestiniert (vgl. Küpper et al., 2018a).[68]

Zusammenfassung:

Aus motivationalen Gründen bietet es sich an eine Unterrichtsreihe im Physikunterricht in einen motivierenden Kontext einzubetten. Orientierung für motivierende Kontexte können dabei die IPN-Interessensstudie (Hoffmann & Lehrke, 1985, Hoffmann, Häussler & Lehrke, 1998) oder die Relevance of Science Education-Studie (kurz ROSE) (Elster, 2008, Sjoberg & Schreiber, 2010) bieten. Dabei bietet es sich insbesondere an die motivierende Wirkung astronomischer Kontexte zu nutzen.

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bietet ein kontextorientierter Physikunterricht ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:

Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperationsfähigkeit	Selbstständigkeit
(✓) z.B. Bennett et al. (2007)	✗	✗	✗

5.7 Experimentieren im (inklusiven) Physikunterricht

5.7.1 Ziele von Experimenten im Physikunterricht

Experimente sind ein wichtiger Bestandteil des Physikunterrichts (z.B. Rincke & Wodzinski, 2010; Schmidt-Borcherding et al., 2013), was auch daran erkennbar ist, dass die in den KMK-Standards (KMK, 2004), sowie den Kernlehrplänen (z.B. MSB, 2013) genannte Kompetenz *Erkenntnisgewinnung* das Experiment explizit mit einbezieht.

[68] Man beachte, dass es in diesen Studien keine Aussagen darüber gibt, ob Schülerinnen und Schüler mit einem diagnostizierten sonderpädagogischen Förderbedarf involviert waren bzw. es gibt keine Aussagen über Lernende mit Gefühls- und Verhaltensstörungen. Schülerinnen und Schüler mit Lernstörungen, wie sie auch häufig bei Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen vorliegen (KMK, 2000; Myschker, 2009; Hennemann et al., 2017), haben nach Lebherz (2007) jedoch ähnliche Interessen wie Lernende ohne Lernstörungen.

Darüber hinaus spielen Experimente insbesondere in der Orientierungsstufe zur Motivierung für das Fach Physik eine große Rolle (Berge & Duit, 2000).

Je nach Form lässt sich ein Experiment unterschiedlich klassifizieren. Dabei unterscheidet Girwidz (2015a) Experimente nach 1) Methodik, 2) handelnden Personen, 3) Unterrichtsphase, 4) Geräteaufwand und 5) Ausführungsform. Beispiele für diese Ausprägungsformen findet man in Tabelle 10.

Zusätzlich lassen sich noch Experimente mit vorgegebener Anleitung (Kochbuchexperimente) bzw. Experimente im Sinne des Forschenden Lernens unterscheiden (vgl. Abschnitt 5.7.2), wobei in der Schule häufig Kochbuchexperimente genutzt werden (Hofstein & Lunetta, 2003; Höttecke, 2010; Rincke & Wodzinski, 2010).

Ausprägung:	Beschreibung:
Methodik	Qualitative vs. quantitative Experimente,
Handelnde Personen	Schüler- oder Demonstrationsexperiment.
Unterrichtphase	Einstiegsexperimente, Experimente zur Erarbeitung, Experimente zur Vertiefung des Gelernten, Experimente in Tests und Klausuren.
Geräteaufwand	Freihandexperimente, Experimente mit Materialien von Lehrmittelfirmen, Simulationen, Gedankenexperimente.
Ausführungsform	Einmaliges Experiment, parallel ablaufende Experimente, Experimentier-Reihen.

Tabelle 10: Verschiedene Ausprägungen von Experimenten nach Girwidz (2015a).

Je nach Klassifikation im Sinne obiger Ausprägungen verfolgen Experimente im Unterricht unterschiedliche Ziele: Einige dieser Ziele sind nach Welzel et al. (1998):[69]

- „Die/der Lernende soll Theorie und Praxis miteinander verbinden“ (ebd., S. 33). Beispiel: „Ziel des Experiments ist es, das Verständnis der Theorie zu erleichtern“ (ebd., S. 33).
- „Die/der Lernende soll experimentelle Fähigkeiten erwerben“ (ebd., S. 34). Beispiel: „Ziel des Experimentierens ist es, aufmerksames Beobachten zu lernen“ (ebd., S. 34).
- „Die/der Lernende soll Methoden wissenschaftlichen Denkens kennenlernen“ (ebd., S. 34) Beispiel: „Ziel des Experimentierens ist es, die wissenschaftliche Herangehensweise kennenzulernen“ (ebd., S. 34).
- „Die/der Lernende soll besser motiviert werden, seine Persönlichkeit und soziale Kompetenz soll sich weiterentwickeln.“ (ebd., S. 34). Beispiel: „Ziel des Experiments ist es, zu lernen, wie man im Team arbeitet“ (ebd., S. 34).
- „Beim Experimentieren soll die/der Lehrende die Möglichkeit haben, das Wissen der Lernenden zu überprüfen“ (ebd., S. 34).

Die genannten Ziel-Oberkategorien zeichnen sich durch eine unterschiedliche Relevanz aus Sicht von Lehrkräften aus: Für Lehrkräfte sind bei Experimenten die drei erstgenannten Ziel-Kategorien wichtiger als die beiden letzten Kategorien. Insbesondere die letztgenannte Kategorie ist kaum für das Experimentieren im Unterricht relevant (ebd.).

[69] Man beachte, dass die hier präsentierten Ziel-Oberkategorien bei Welzel et al. (1998) in Unterkategorien ausdifferenziert wurden. Jeweils ein Beispiel einer solchen Unterkategorie findet man in der Aufzählung.

Gleichzeitig werden mit unterschiedlichen Formen von Experimenten (Schülerexperimente vs. Demonstrationsexperimente; Kochbuchexperiment vs. Forschendes Lernen) auch unterschiedliche Ziele verfolgt: Während Schülerexperimente z.B. für die Förderung sozialer Kompetenzen geeignet sind, ist dies bei Demonstrationsexperimenten nicht der Fall (ebd.). Auch eignen sich Experimente im Sinne des Forschenden Lernens eher zur Förderung sozialer Kompetenzen als Kochbuchexperimente (ebd.). Folglich sollte Forschendes Lernen (realisiert als Schülerexperiment) für SEL in der Schule geeignet sein (vgl. auch Schmidt, 2014). Im Folgenden liegt der Fokus daher auf dieser Form des Experimentierens.

5.7.2 Forschendes Lernen (im inklusiven Unterricht)

Das Experimentieren im Physikunterricht ist von sogenannten Kochbuchexperimenten geprägt (Hofstein & Lunetta, 2003; Höttecke, 2010; Rincke & Wodzinski, 2010), bei denen die Schülerinnen und Schüler die einzelnen Schritte des Experiments, wie bei einem Kochrezept, abarbeiten. Forschendes Lernen dagegen wird im naturwissenschaftlichen Unterricht in der Regel kaum praktiziert (ebd., Colburn, 2000). Die Gründe hierfür werden bei Colburn (ebd.) unter anderem darin gesehen, (a) dass den Lehrkräften die Bedeutung des Begriffs Forschendes Lernen nicht klar ist, (b) dass die Lehrkräfte überzeugt sind, dass Forschendes Lernen nur mit leistungsstarken Lernenden gelingen kann und (c) dass Lehrkräfte nicht ausreichend auf die Planung und Durchführung von auf Forschendem Lernen basierenden Unterricht vorbereitet sind. Daher soll zu Beginn dieses Abschnitts zunächst der Begriff des Forschenden Lernens definiert werden. Es wird thematisiert, dass Forschendes Lernen nicht nur für leistungsstarke Lernende geeignet ist. Anschließend wird aufgezeigt, wie man Experimentieren im Sinne des Forschenden Lernens auch für schwächere Schülerinnen und Schüler gestalten kann.

In der Literatur findet sich keine eindeutige Definition des Begriffs Forschendes Lernen bzw. keine eindeutige Definition der Bestandteile des Forschenden Lernens in der Schule. In einer Analyse deutschsprachiger Quellen zum Forschenden Lernen kommen Martius et al. (2016) zum Ergebnis, dass typisch für Forschendes Lernen die Phasen „Problemfindung/Findung der Forschungsfrage“ (ebd., S. 221), „Problemlösung/Beantwortung der Forschungsfrage“ (ebd., S. 221) (inklusive der Bildung von Hypothesen, der Planung eines Experiments bzw. einer Beobachtung, der Durchführung und der Auswertung) und „Präsentation und Transfer“ (ebd., S. 221) (inklusive Veröffentlichung bzw. Vorstellung der Ergebnisse und Anwendung) sind. Dabei kommen nicht alle der genannten Phasen bzw. Teilphasen in den einzelnen, analysierten, deutschsprachigen Quellen vor (ebd.). In fast allen Quellen konnten Martius et al. (ebd.) dagegen die Phasen

1) „Problemfindung/Findung der Forschungsfrage“ (ebd., S. 221) als „eine Frage an die Natur“ (ebd., S. 227),
2) Planung eines Experiments,
3) Durchführung und
4) Auswertung der gewonnenen Ergebnisse

nachweisen. Entsprechend handelt es sich bei diesen vier Phasen um „die Kernelemente des Forschenden Lernens“ (ebd., S. 221).[70]

Hierbei kann je nach Vorwissen und bereits erworbenen Kompetenzen zur Erkenntnisgewinnung von den Schülerinnen und Schülern nicht erwartet werden, dass die Lernenden die einzelnen Phasen im Forschungsprozess von Beginn an beherrschen bzw. alleine durchlaufen können (z.B. Banchi & Bell, 2008; Bell, 2010; Martius et al., 2016; Puddu, 2017). Auch die „Fähigkeiten der Selbstregulation und –kontrolle“ (Höttecke, 2010, S. 10) sind in diesem Zusammenhang bedeutend. Entsprechend finden sich in der Literatur verschiedene Modelle, die beim Forschenden Lernen (im Englischen Inquiry-based Learning, kurz IBL), die eine sukzessive Übergabe von Verantwortung am Forschungsprozess an die Lernenden beschreiben (z.B. Bonnstetter, 1998; Blanchard et al., 2010) – für eine vollständige Übersicht über verschiedene Modelle vergleiche Puddu (2017). Auch Bonnstetter (1998) versteht Forschendes Lernen als Evolutionsprozess in dem Sinne, dass die Schülerinnen und Schüler – je nach Level – unterschiedlich viel Verantwortung für den Lern- bzw. Forschungsprozess in den einzelnen Phasen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns (Thema, Fragestellung, Materialien, Planung und Durchführung, Beobachtung und Analyse, sowie Folgerungen – entnommen und übersetzt aus ebd.) erhalten. Dabei unterscheidet Bonnstetter (1998) fünf verschiedene Level (vgl. auch Tabelle 11):

1) „Traditional Hands-on Science Experiences“ (ebd., S. 3) sind experimentelle Erfahrungen, wobei die Schülerinnen und Schüler in keiner Phase die Verantwortung für den Forschungsprozess erhalten (ebd.).
2) In „Structured Science Experiences“ (ebd., S. 3) erhalten die Schülerinnen und Schüler die Verantwortung für die eigenen Schlussfolgerungen und gegebenenfalls auch für die Beobachtung und Analyse (ebd.).
3) Beim „Guided Inquiry“ (ebd., S. 3) erfolgen die Beobachtung, die Auswertung und die Schlussfolgerungen eigenständig durch die Lernenden. Die Lehrkraft gibt das Thema, die Fragestellung und die Materialien vor. Planung und Durchführung des Experiments werden von der Lehrkraft vorgegeben oder gemeinsam mit den Lernenden entwickelt (ebd.).
4) Beim „Student Directed Inquiry“ wird das Thema von der Lehrkraft vorgegeben (ebd.). Die Fragestellung wird entweder ebenfalls vorgegeben oder gemeinsam mit den Lernenden entwickelt (ebd.). Für die übrigen Phasen des Forschungsprozesses sind die Lernenden verantwortlich (ebd.).
5) „Student Reseach“ (ebd., S. 3) ist das Niveau mit den meisten Freiheiten für die Lernenden (ebd.). Hierbei wird lediglich das Thema von der Lehrkraft vorgegeben bzw. mit den Lernenden gemeinsam entwickelt (ebd.). Die übrige Verantwortung liegt bei den Lernenden (ebd.).

Auch bei Blanchard et al. (2010) erhalten die Schülerinnen und Schüler in Abhängigkeit vom jeweiligen Level mehr Freiheiten von der Lehrkraft. Dabei unterscheiden Blanchard et al. (ebd.) insgesamt vier Level (vgl. Tabelle 12). Diese Level sind wie folgt definiert:

1) Level 0 „Verification“ (ebd., S. 581): Die Lehrkraft bereitet sowohl die Fragestellung, die Methoden zur Datenaufnahme und die Interpretation der Daten vor (ebd.).

[70] Ähnliche Definitionen findet man auch bei Colburn (2000), Höttecke (2010), Köster und Galow (2014).

2) Level 1 „structured“ (ebd., S. 581): Die Schülerinnen und Schüler sind für die Interpretation der Ergebnisse verantwortlich (ebd.).
3) Level 2 „guided“ (ebd., S. 581). Die Lernenden übernehmen die Verantwortung für die Methoden zur Datenerhebung und die Interpretation der Daten (ebd.).
4) Level 3 „open“ (ebd., S. 581). Die Schülerinnen und Schüler sind für den gesamten Forschungsprozess verantwortlich (ebd.).

	Traditional hands-on	Structured	Guided	Student Directed	Student Research
Topic	teacher	teacher	teacher	teacher	teacher/student
Question	teacher	teacher	teacher	teacher/student	student
Materials	teacher	teacher	teacher	student	student
Procedures / Design	teacher	teacher	teacher/student	student	student
Results / Analysis	teacher	teacher/student	student	student	student
Conclusions	teacher	student	student	student	student

Tabelle 11: Modell zum Forschenden Lernen nach Bonnstetter (1998).

	Level 0: Verification	Level 1: Structured	Level 2: Guided	Level 3: Open
Question	teacher	teacher	teacher	student
Data Collection	teacher	teacher	student	student
Interpretation	teacher	student	student	student

Tabelle 12: Modell zum Forschenden Lernen nach Blanchard et al. (2010).

Hierbei unterscheidet sich das Modell von Bonnstetter (1998) unter anderem dadurch vom Modell von Blanchard et al (2010), dass die Phasen bei Blanchard et al. (2010) weniger stark ausdifferenziert sind und bei Bonnstetter (1998) insbesondere der Aspekt der Experimentiermaterialien aufgenommen wurde (vgl. auch Puddu, 2017).

> „The provision of material is a subtle way to guide the inquiry process, but time-consuming to arrange. To hand over the responsibility for the materials to the students provides a freedom to think in ways the teacher might not think. For the set-up of the materials there are two possible ways: either the students make a list of materials needed for their investigation and the teacher provides them or a complete responsibility for the materials is left to the students, which means that the students have to organize all the materials by themselves“ (Puddu, 2017, S. 23f).

Dabei werden die Phasen Thema und Fragestellung bei Bonnstetter (1998) und bei Blanchard et al (2010) in einer gemeinsamen Phase behandelt. Ferner differenziert Bonnstetter (1998) die Phase *Interpretation* (Blanchard et al., 2010) in die Phasen *Ergebnisanalyse* und *Schlussfolgerungen*.

Puddu (2017) merkt auch an, dass aus ihrer Erfahrung das Modell von Bonnstetter (1998) zu umfangreich und für Lehrkräfte verwirrend sein kann. Dennoch wird in dieser Arbeit im Folgenden nur noch auf das Modell von Bonnstetter (1998) – und nicht mehr auf das

Modell von Blanchard (1998) – Bezug genommen. Der Grund hierfür liegt in der Ähnlichkeit zwischen den Phasen bei Bonnstetter (1998) und den Bestandteilen eines Versuchsprotokolls, welches den Lernenden als Orientierung dienen kann (vgl. Abschnitt 5.7.4) und der in Abschnitt 5.7.3 beschriebenen Möglichkeiten zur Unterstützung des Forschungsprozesses.

Sowohl beim Modell nach Bonnstetter (1998), als auch beim Modell von Blanchard et al. (2010) ist zu berücksichtigen, dass „Student Research" (Bonnstetter, 1998, S. 3) bzw. „Open Inquiry" (Blanchard et al., S. 581) nicht notwendigerweise das Ziel für alle Schülerinnen und Schüler darstellen (Bonnstetter, 1998; Blanchard, 2010; Abels, 2014). Ferner formulieren Blanchard et al. (2010), dass es allgemein kein optimales Level Forschenden Lernens gibt, da dies insbesondere auch vom Inhalt und (Klassen-)Kontext abhängt.

Banchi und Bell (2008) begründen, dass die unteren Level bereits häufig in der Grundschule genutzt werden. Folglich sind Schülerinnen und Schüler am Ende der Grundschule bzw. zu Beginn der weiterführenden Schule bereits in der Lage die offeneren Formen des Forschenden Lernens zu praktizieren. Dabei gilt es jedoch die Heterogenität der Lerngruppen zu berücksichtigen:

> „There is, however, a caveat to these recommendations. If the activities are too challenging, students will not learn content effectively. On the other hand, if the activities are too easy, students will not develop higher-level thinking skills. Maximum learning probably occurs when the activities are ‚just right' – cognitively challenging, but still doable. This implies, at least in theory, a classroom where students may not all be doing the same version of an activity at the same time" (Colburn, 2000, S. 43).

Der letztgenannte Gedanke von Colburn (ebd.) wird im folgenden Abschnitt zum Forschenden Lernen im inklusiven Unterricht näher ausgeführt.

Zum Ende dieses Abschnitts soll noch der aktuelle Forschungsstand zum Forschenden Lernen knapp präsentiert werden. Nach Colburn (2000) findet sich in den meisten Studien das Ergebnis, dass Forschendes Lernen effektiver als andere Instruktionsmöglichkeiten ist. Auch Hattie (2009) kommt nach Analyse von vier Meta-Analysen bzw. 205 Studien zu dem Ergebnis, dass Forschendes Lernen eine Effektstärke von 0,31 hat. Marzano (2003) wiederum referiert für das Generieren und Überprüfen von Hypothesen eine Effektstärke von 0,61.

Blanchard et al. (2010) kommen zu dem Ergebnis, dass sich Forschendes Lernen im Sinne des Guided Inquiry (Level 2) signifikant höher auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler auswirkt als Verification (Level 0). Die Autoren formulieren sogar: „Our findings suggest that Level 2 inquiry can be an effective teaching approach to support student learning as measured through standardized assessments" (ebd., S. 578).

Eine Meta-Analyse von Furtak et al. (2009) weist ebenfalls insgesamt positive Effekte von Forschendem Lernen (Effektstärke: 0,92) nach. Dabei unterteilen die Autoren die Ergebnisse zusätzlich in prozedurale Lerneffekte bezogen auf die Kompetenz Erkenntnisgewinnung (z.B. naturwissenschaftliche Fragen stellen, Experimente planen usw. – Effektstärke: 0,41; N=5), epistemische Lerneffekte (bezogen auf Nature of Science oder das Generieren bzw. die Erweiterung von Theorien – Effektstärke: 0,78; N=4), konzeptuelle Lerneffekte (z.B. auf Vorwissen zurückgreifen – Effektstärke: 0,92; N=9) und

soziale Lerneffekte (z.B. Teilnahme an Diskussionen in der Lerngruppe, kooperative Fähigkeiten, Effektstärke: 0,52; N=6) (ebd.).

Furtak et al. (2012) kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Bezogen auf die sozialen Lerneffekte ermitteln die Autoren eine Effektstärke von 0,43 (N=8) (ebd.).

Im Zusammenhang mit der Meta-Analyse von Furtak et al. (2009) bzw. Furtak et al. (2012) wurde bereits erwähnt, dass sich Forschendes Lernen auch auf die sozialen Kompetenzen der Lernenden auswirken kann. Insbesondere lässt sich nach Abels und Koliander (2017) die Kooperationsfähigkeit der Lernenden beim Forschenden Lernen fördern.

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich nicht direkt auf Schülerinnen und Schüler im inklusiven Unterricht. Im Folgenden wird daher der Forschungsstand zum Forschenden Lernen im inklusiven Unterricht dargestellt: Lehrkräfte haben die Befürchtung, dass Forschendes Lernen nur etwas für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler ist (Colburn, 2000) und entsprechend ist die Realisierung von Forschendem Lernen im inklusiven Unterricht eine Herausforderung (Klika & Abels, 2016). Dem wiedersprich Colburn (2000), indem er vorstellt, wie Forschendes Lernen gestaltet werden sollte, damit es für alle Schülerinnen und Schüler geeignet ist:

> „To help all middle level students benefit from inquiry-based instruction, the science education research community recommends
>
> 1) Orienting activities toward concrete, observable concepts;
> 2) Centering activities around questions that students can answer directly via investigation (which goes a long way toward insuring the activities are oriented toward concrete concepts);
> 3) Emphasizing activities using materials and situations familiar to students; and
> 4) Choosing activities suited to students' skills and knowledge to ensure success“ (ebd., S. 43).

Auch nach der Europäischen Kommission (2007), Abels und Puddu (2014), Abels (2015b) bzw. Abels und Koliander (2017) bietet Forschendes Lernen einen Ansatz um der Heterogenität zu begegnen, sodass naturwissenschaftlicher Unterricht inklusiv gestaltet werden kann: „Using IBSE [Inquiry based science education] methods has been shown to have a positive impact on students' attainments, with an even stronger impact on the students with lower level of self-confidence and those from disadvantaged backgrounds. This allows science education to be inclusive“ (Europäischen Kommission, 2007, S. 12). Auch wenn nach Abels und Koliander (2017) das freie Forschende Lernen einem inklusiveren Ansatz als die übrigen Level (vgl. Bonnstetter, 1998; Blanchard et al., 2010) entspricht, handelt es sich bei diesem Level, wie bereits im letzten Abschnitt erwähnt, nicht notwendigerweise um das optimale Level für Schülerinnen und Schüler (Bonnstetter, 1998; Blanchard et al., 2010; Abels, 2014). Aufgrund von gleichzeitiger Struktur und Offenheit (vgl. Abels, ebd.) befürworten Scruggs et al. (2008) bei Schülerinnen und Schülern mit einem Förderbedarf ein Level beim Forschenden Lernen, bei dem sowohl das Thema als auch die Fragestellung bereits von der Lehrkraft vorgegeben sind. Dies entspricht dem *Guided Inquiry* bzw. *Student Directed Inquiry* bei Bonnstetter (1998). Schmidt (2014) argumentiert ähnlich, wenn er schreibt, dass "gerade dieser ‚gelenkt entdeckende Unterricht' [...] für den Bereich der emotionalen-sozialen Förderung eine ideale Ausgangsbasis [bietet]. Hier verknüpft sich der lenkende Unterricht durch eine Vorbildfunktion, die Orientierung und Struktur vermitteln vermag, mit den Möglichkeiten des selbstständigen, offenen und entdeckenden Lernens“ (ebd., S. 140). Auch für

Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen, wie sie häufig auch bei Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen vorliegen (KMK, 2000; Myschker, 2009; Hennemann et al., 2017), favorisieren Werning und Lütje-Klose (2006; 2016) ein gelenktes Entdeckendes bzw. Forschendes Lernen, wobei die Tätigkeiten zur Lösung – insbesondere zu Beginn – nur eine geringe Komplexität ausweisen sollten. Insbesondere kann beim freien Forschenden Lernen darüber hinaus nicht gewährleistet werden, dass die Lernenden die von den Kernlehrplänen geforderten fachlichen Kompetenzen erwerben (Abels & Koliander, 2017).

Abels (2015a) und Klika und Abels (2016) bezeichnen daher Forschendes Lernen genau dann als inklusiv, wenn verschiedene Schülerinnen und Schüler in einem Raum gleichzeitig auf unterschiedlichen Leveln (z.B. im Modell von Bonnstetter, 1998) arbeiten können. In diesem Zusammenhang ist ein geeignetes Scaffolding notwendig, welches einen fließenden Wechsel zwischen den einzelnen Leveln ermöglicht (Werning & Banach, 1994; Abels, 2014; 2015b) – nähere Informationen hierzu findet man in Abschnitt 5.7.3. Dies ist umso wichtiger, da zu komplexe Schülerexperimente – gerade bei Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen – das Erreichen des Fach- und Entwicklungsanliegens im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung verhindern können (Schmidt, 2014). Dementsprechend sind die Vorbereitung, sowie die individuelle Betreuung durch die Lehrkraft entscheidend.

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es nur wenige Studien zum Forschenden Lernen im inklusiven Unterricht bzw. bei Lernenden mit Förderbedarf bzw. unter Einbezug von Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen.

Im Rahmen AKTIF-Studie (Alle können teilhaben an Ideen und Fertigkeiten) konnte Friis (1987) nachweisen, dass Forschendes Lernen positive Effekte auf die Motivation von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf Lernen hat. Ferner konnten Lernende mit sprachlichen Schwierigkeiten beim Forschenden Lernen stärker partizipieren als im regulären Unterricht (ebd.). Darüber hinaus lässt sich nach Werning und Banach (1994) durch Forschendes Lernen die Misserfolgsorientierung abbauen.

In ihrer Meta-Analyse konnten Therrien et al. (2011) zeigen, dass sich Forschendes Lernen verglichen mit Textbucharbeit bzw. traditionellem Frontalunterricht mit einer Effektstärke von 0,727 positiv auf den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen auswirkt.[71] Insbesondere ist für diese Schülerinnen und Schüler Struktur beim Forschenden Lernen entscheidend. In einer Meta-Analyse von Therrien et al. (2013) zeigte sich ferner, dass sich Forschendes Lernen (im Mittel) auch positiv auf Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen auswirkt (Effektstärke 0,844).[72] Allerdings merken die Autoren kritisch an, dass sich im Analysezeitraum von 30 Jahren lediglich vier Studien mit 35 Lernenden mit Gefühls- und Verhaltensstörungen beim Forschenden Lernen beschäftigt haben (ebd.). Folglich werden weiterführende Studien benötigt, in denen untersucht wird, ob sich Forschendes Lernen positiv auf diese Schülergruppe auswirkt (ebd.).

Abels (2014) beobachtete Schülerinnen und Schüler mit Lern- bzw. Gefühls- und Verhaltensstörungen in einer Lernwerkstatt, d.h. einem Ort, an dem freies Forschen praktiziert wird. Während dieser Phase waren die Schülerinnen und Schüler mit Lern- bzw. Gefühls- und Verhaltensstörungen nicht von den übrigen Lernenden zu unterscheiden (ebd.). Sie waren sozial integriert (ebd.). Abels (2015a) untersuchte wiederum Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Lernen und emotionale und soziale

[71] Die verwendeten Methoden beim Forschenden Lernen entsprach am ehesten *Structured Inquiry* und wurde von der Lehrkraft durchgeführt.

[72] Die verwendeten Methoden in dieser Studie entsprach ebenso am ehesten *Structured Inquiry* und wurde von der Lehrkraft durchgeführt.

Entwicklung in einer Förderschule. Die Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist die methodischen und sozialen Kompetenzen der Lernenden beim *Guided Inquiry* (Blanchard et al., 2010) zu fördern (Abels, 2015a). Die Teilhabe der Lernenden konnte erhöht werden und die Schülerinnen und Schüler unterstützten sich gegenseitig (ebd.), wobei zu berücksichtigen ist, dass gewisse kommunikative und kooperative Kompetenzen eine Basis des Forschenden Lernens in Kleingruppen sind (Abels, 2015b). Insbesondere konnte die Selbstständigkeit der Lernenden gefördert werden (ebd.)

Gleichzeitig kann nicht erwartet werden, dass alle Schülerinnen und Schüler im inklusiven Unterricht von alleine forschend lernen bzw. den Forschungszyklus alleine durchlaufen können – daher ist ein geeignetes Scaffolding notwendig (z.B. Saye & Brush, 2002; Hofstein & Lunetta, 2003; Bell et al., 2005; Kirschner et al., 2006; Scruggs et al., 2008; Schmidt-Borcherding et al., 2013; Abels, 2014; Abels & Puddu, 2014; Abels, 2015a; Klika & Abels, 2016; Puddu, 2017; Hermanns et al., 2018). Den Grund dafür sehen Kirschner et al. (2006) darin, dass Forschendes Lernen nur minimal geführt ist, entsprechend die „human cognitive architecture" (ebd., S. 76) ignoriert und dies als Folge zu einem zu hohen *Cognitve Load* führt (vgl. auch Rincke & Wodzinski, 2010; Arnold et al., 2017). Folglich gilt es im Sinne von Scaffolding den *Cognitive Load* durch zu reduzieren (vgl. ebd.). Wie ein derartiges Scaffolding gestaltet werden kann, wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

5.7.3 Scaffolding beim Forschenden Lernen

Damit alle Schülerinnen und Schüler beim bzw. vom Forschenden Lernen partizipieren können, müssen sie unterstützt werden (z.B. Saye & Brush, 2002; Hofstein & Lunetta, 2003; Bell et al., 2005; Scruggs et al., 2008; Schmidt-Borcherding et al., 2013; Abels, 2014; Abels & Puddu, 2014; Abels, 2015a; Klika & Abels, 2016; Puddu, 2017; Hermans et al., 2018) um den *Cognitive Load* zu reduzieren und auf diese Weise der „human cognitive architecture" (Kirschner et al., 2006, S. 76) zu entsprechen. Dafür ist grundsätzlich Scaffolding im Sinne von „hard scaffolds" (Saye & Brush, 2002, S. 82) – z.B. durch gestufte Lernhilfen – bzw. „soft scaffolds" (ebd., S.82) durch die Lehrkraft denkbar.[73]

Als hard scaffolds eignen sich gestufte Lernhilfen (Rincke & Wodzinski, 2010; Schmidt-Borcherding et al., 2013, Abels, 2014; Abels, 2015a; Klika & Abels, 2016; Abels & Koliander, 2017, Arnold et al., 2017), die einen ähnlichen Aufbau wie die gestuften Hilfen für Aufgabenstellungen (vgl. Abschnitt 5.4) aufweisen. Es gilt jedoch:

> „Ein System schriftlicher Hilfen muss [...] so flexibel wie möglich gestaltet sein, dass es individuelle Arbeitszyklen nicht ungewollt einengt oder gangelt" (Rincke & Wodzinski, 2010, S. 243).

Dabei sieht das Scaffolding für die einzelnen Phasen des Forschungszyklus unterschiedlich aus (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014; Puddu, 2017). Daher bietet es sich nach Abels (2015a) an z.B. verschiedene Boxen mit gestuften Hilfen zu den unterschiedlichen Phasen im Experiment zu kreieren.

In Anlehnung an Tschentscher und Kulgemeyer (2014) wurde eine zusammenfassende Tabelle mit möglichen Scaffolding-Maßnahmen für die einzelnen Phasen im

[73] Dieses Kapitel fokussiert auf hard scaffolds. Beispiele für soft scaffolds beim Forschenden Lernen findet man bei Puddu (2017).

Forschungszyklus (Bonnstetter, 1998) erstellt. Die Übersicht zeigt, wie mögliche Hilfen in den einzelnen Phasen aussehen könnten. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Insbesondere zeigt sich in der Aufzählung in Tabelle 13, dass auch sprachlichen Hilfen eine entscheidende Rolle zukommt (vgl. auch Hermans et al., 2018). In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, dass diese sprachlichen Hilfen nicht nur für schwächere Schülerinnen und Schüler eine Unterstützung darstellen können (Filusch, 2017), da „auch Schülerinnen und Schüler mit guten Lesekompetenzen [...] profitieren, weil der Lesevorgang kognitive Leistungen beansprucht und somit Ressourcen für den Schülerversuch einnimmt" (ebd., S. 13). Entsprechend lässt sich *extraneous cognitive load* (Sweller, 2010; vgl. auch Maresch, 2006; Hessel, 2008; Hillmayr et al., 2017) verringern.

Phase im Forschungszyklus in Anlehnung an Bonnstetter (1998):	Möglichkeiten zum Scaffolding im Sinne von gestuften Lernhilfen (entnommen aus der Literatur):
Topic	Visualisierung des Themas (vgl. Filusch, 2017)
Question	<u>Fragestellung:</u> „Sprechblasen mit gezielten Fragen zur Entwicklung einer Fragestellung" (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014, S. 20); Leitfragen (Abels; 2014; Puddu, 2017). Formulierungshilfen (Filusch, 2017), z.B. Fragestellung in Form eines Lückentextes vorgeben (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014; vgl. auch Leisen, 2019); „Satzanfänge vorgeben und ergänzen lassen" (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014, S. 20; vgl. auch Leisen, 2019). Umformulierte Aufgabenstellung in *Leichter Sprache* (z.B. Mathiszik et al., 2018). Visualisierung der Fragestellung. Erklärung von (Fach-)Wörtern (Puddu, 2017). <u>Hypothesen:</u> Auswahl an möglichen Hypothesen (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014) z.B. in Form von Concept-Cartoons. Sprechblasen: Wie entwickelt man eine Hypothese? (in Anlehnung an Tschentscher & Kulgemeyer, 2014).
Materials	Materialauswahl eingrenzen (Abels & Koliander, 2017) bzw. explizit vorgeben (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014). Fotos von passenden Materialien (Filusch, 2017; Schlüter & Melle, 2017)[74]. Unbekannte Experimentier-Materialien vorstellen bzw. erklären.
Procedures / Design	Leitfragen (Abels; 2014 Puddu, 2017). Kochbuch-Anleitung für das Experiment (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014). Visualisierung der Versuchsschritte in Form von Fotos (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014; Leisen, 2016; Filusch, 2017; Schlüter & Melle, 2017) bzw. des Versuchsaufbaus (Wocken, 1981). Puzzlestücke von den einzelnen Schritten der Durchführung (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014). Formulierungshilfen (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014; Filusch, 2017; vgl. auch Leisen, 2019). Sätze zum Ankreuzen (Filusch, 2017).

[74] Da es für manche Schülerinnen und Schüler schwierig ist Darstellungen von Experimentiermaterialien zu verstehen, sollten Fotos angefertigt werden (Filusch, 2017).

	Durchführung in Form eines Videos darstellen (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014).
Results / Analysis	<u>Beobachtung:</u> Leitfragen (Abels; 2014; Puddu, 2017); „Klare Beobachtungshilfen (‚Achte auf ...', ‚Beobachtet ...')" (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014, S. 20). Detaillierte Vorgaben zum Notieren der Beobachtungen (z.B. in Form einer Tabelle) bzw. Vorgabe einer fertigen Tabelle (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014). Falls notwendig Einheiten vorgeben (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014); ggfs. erläutern. Umrechnungsvorschriften angeben (Tschentscher & Kulgemeyer, ebd.). Formulierungshilfen (Filusch, 2017). Sätze zum Ankreuzen (ebd.). Gesprächsprotokolle und Modellzeichnungen als Beobachtung zulassen (Schlüter & Melle, 2017). <u>Graphische Darstellung von Messwerten:</u> Leere Diagramme vorgeben (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014). Achsenbeschriftung vorgeben (ebd.). Visualisierung, wie man Messwerte in ein Diagramm einzeichnet.
Conclusions	Formulierungshilfen (Filusch, 2017); z.B. in Form von Lückentexten (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014; vgl. auch Leisen, 2019); „Satzanfänge vorgeben und ergänzen lassen" (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014, S. 20; vgl. auch Leisen, 2019). Hinweise auf Aussagen der Form „‚je ... desto ...', ‚Wenn ..., dann ..., weil" (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014, S. 20). Sätze zum Ankreuzen (Filusch, 2017); Vorgabe von richtigen und falschen Schlussfolgerungen (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014). Argumentationsstruktur vorgeben (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014).

Tabelle 13: Möglichkeiten zur Unterstützung der Lernenden auf Basis von gestuften Lernhilfen.

Anders als bei den Ergebnissen zu gestuften Lernhilfen bei theoretischen Aufgabenstellungen, sind die Ergebnisse bei gestuften Lernhilfen in Experimentiersituationen nicht eindeutig (Wodzinski, 2013): In einer Studie von Schmidt-Borcherding et al. (2013) konnten die Autoren zeigen, dass Forschendes Lernen ohne Unterstützung in Bezug auf den Erwerb von Kompetenzen von Fachwissen weniger erfolgreich ist als Forschendes Lernen mit gestuften Lernhilfen. Dies spricht für den Einsatz von gestuften Lernhilfen im Zusammenhang mit Forschendem Lernen. Ferner gibt es hinsichtlich des Erwerbs von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen keine signifikanten Vorteile von Forschendem Lernen mit gestuften Lernhilfen gegenüber Experimentieranleitungen (ebd.). Gleichzeitig ist Forschendes Lernen mit gestuften Lernhilfen motivierender als Experimente mit Experimentieranleitungen (ebd.). In einer Studie von Arnold et al (2017) wurden ebenfalls gestufte Lernhilfen in Forschendes Lernen integriert: Die Ergebnisse zeigen, dass sich Forschendes Lernen mit gestuften Lernhilfen positiver auf das wissenschaftliche Denken und das Methodenwissen auswirkt (ebd.). Dies trifft nicht auf den Erwerb von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen zu (ebd.). Gleichzeitig zeigt sich jedoch, dass durch gestufte Lernhilfen der *Cognitive Load* verringert werden kann (ebd.)

5.7.4 Das Versuchsprotokoll zur Strukturierung des Forschungsprozesses

Häufig haben Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten dabei ein Versuchsprotokoll zu verfassen (Puddu, 2017). Zusätzlich zu den bisher genannten Möglichkeiten zum Scaffolding des Forschungsprozesses beim Forschenden Lernen, kann auch ein vorbereitetes Arbeitsblatt im Sinne eines Versuchsprotokolls die Schülerinnen und Schüler unterstützen: Dabei hilft ein vorbereitetes Versuchsprotokoll den Forschungsprozess zu organisieren (Yahya, 2008), die Forschungsaktivitäten zu strukturieren (Werning & Bannach, 1994) und die Ergebnisse auszuwerten. Hierbei folgt die „Struktur des Dokumentationsbogens [...] der Entwicklung der Erkenntnisse bei den Schülern“ (Yahya, 2008, S. 17). Insbesondere wird die optimale Vorgehensweise beim Forschenden Lernen (Hypothese, Materialauswahl und Versuchsplanung, Durchführung, Beobachtung, Auswertung) durch ein Versuchsprotokoll sichtbar. Zusätzlich können Leitfragen oder Beispielsätze die Lernenden beim Verfassen des Versuchsprotokolls unterstützen (Puddu, 2017, vgl. auch Tabelle 13).

5.7.5 Experimentiermaterialien in inklusiven Lerngruppen

Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, dass Forschendes Lernen eine geeignete Möglichkeit darstellt um der Heterogenität inklusiver Lerngruppen zu begegnen, wobei Forschendes Lernen sowohl einen Einfluss auf den Lernerfolg, als auch auf den Erwerb bzw. die Förderung überfachlicher Kompetenzen (z.B. sozialer Kompetenzen) besitzt[75]. Unabhängig von diesen Erkenntnissen haben Lehrkräfte in der Praxis Schwierigkeiten mit der Umsetzung des Forschenden Lernens im inklusiven Unterricht (Klika & Abels, 2016). Um dem entgegenzuwirken bieten sich Science Kits an, welche aus Printmaterial, z.B. in Form von motivierenden Problemstellungen, bzw. Experimentiermaterialien bestehen (Jones et al., 2012). Weil in diesen Science Kits alle benötigten Materialien enthalten sind, reduziert sich der Zeitaufwand für die Unterrichtsvorbereitung (ebd.). Gleichzeitig zeigen Jones et al. (ebd.) auf, dass sich durch die Verwendung von Science Kits die Motivation der Lehrkräfte zum Nutzen von Forschendem Lernen im Unterricht erhöht. Entsprechend erscheint es sinnvoll geeignete Science Kits für den inklusiven Physikunterricht zu entwickeln. Während bei der Entwicklung der entsprechenden Printmaterialien z.B. das UDL (vgl. Abschnitt 3.4.2.1) relevant ist, werden in diesem Abschnitt aus der Literatur heraus Kriterien für Experimentiermaterialien für Schülerinnen und Schüler mit Lern- bzw. Gefühls- und Verhaltensstörungen beschrieben.

In einem Science Kit sind alle für die Experimente benötigten Experimentiermaterialien enthalten (Jones et al., 2012). Neben der Tatsache, dass alle Problemstellungen im Science Kit mit diesen Materialien experimentell gelöst werden können (ebd.), kann eine Auswahl an Experimentiermaterialien die Lernenden beim Forschungsprozess unterstützen (Abels & Koliander, 2017; Puddu, 2017).

Nach Gehrecke und Mohr (1977)[76] sollten Experimentiermaterialien „möglichst nahe an der Realsituation liegen“ (ebd., S. 347). Somit sollte auf komplizierte Geräte bzw. insbesondere die Materialien von Lehrmittelfirmen verzichtet werden (ebd.; Colburn,

[75] Man beachte, dass der folgende Argumentationsgang auch bei Küpper et al. (im Druck) gegeben wird.

[76] Die Literatur zur Experimentiermaterialien bei Schülerinnen und Schülern bezieht sich hauptsächlich auf Lernende mit Förderbedarf Lernen bzw. Lernstörungen.

2000; Lebherz, 2007).[77] Auf diese Weise lässt sich die *synthetische Wirklichkeit* (Müller, 2006) des Physikunterrichts weitestgehend vermeiden. Andererseits kann es zu Motivationsproblemen auf Seiten der Lernenden, sowie Sicherheitsproblemen kommen (Lebherz, 2007). In diesem Zusammenhang sollte auch darauf geachtet werden, dass Experimentiermaterialien ungefährlich sind (vgl. auch Nehring et al., 2017). Ferner sollten die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren mit aus dem Alltag bekannten Experimentiermaterialien arbeiten (Hameyer, 1987; Colburn, 2000). Dieser Aspekt ist auch für Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen relevant (KMK, 2000; Schmidt, 2014). Des Weiteren sollten Experimentiermaterialien wie folgt gestaltet werden:

1) „Das Material muss Rätsel aufgeben" (Werning & Bannach, 1994, S. 88).
2) „Das Material muss überschaubar [...] und nicht zu komplex sein" (ebd., S. 88).
3) „Das Material sollte das Handlungsbedürfnis der Schüler anregen" (ebd., S. 88).[78]

Kriterium:
Das Material muss Rätsel aufgeben.
Überschaubares Material.
Das Material darf nicht zu komplex sein.
Vertraute Gegenstände aus dem (außer-)schulischem Umfeld.
Gefahrlose Materialien.
Möglichkeit des spielerischen Zugangs.
Der Zusammenhang zwischen Experimentiermaterial und Realität sollte gegeben sein.

Tabelle 14: Kriterien für Experimentier-Materialien (Tabelle entnommen aus Küpper et al., im Druck; letztes Kriterium ergänzt).

Dies schließt einen spielerischen Zugang zum Experimentieren mit ein (MSB, 1977; Werning & Bannach, 1994; Werning & Lütje-Klose, 2006), was gerade bei Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen wichtig ist, weil sie „in ihrer Lebenswelt häufig nicht ausreichend Gelegenheiten zur handelnden Erfahrung erhalten" (ebd., S. 189). Darüber hinaus sollten die Materialien überschaubar (Werning & Banach, 1994) gestaltet bzw. gelagert werden. Tabelle 14 zeigt die Kriterien für Experimentiermaterialien übersichtlich dargestellt.

Zusammenfassung:

Experimente im Physikunterricht werden in Deutschland hauptsächlich als sogenannte Kochbuchexperimente realisiert. Gleichzeitig birgt gerade das, von Scaffolding unterstützte, Forschende Lernen (vgl. auch Stufenmodell Bonnstetter, 1998) große Potenziale für den inklusiven Physikunterricht. Gerade in der Orientierungsstufe bietet es sich darüber hinaus an die verwendeten Experimentiermaterialien kritisch zu hinterfragen. Eine Orientierung kann Tabelle 14 geben.

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration,

[77] Berge und Duit (2000) fordern für den Physikunterricht in der Orientierungsstufe ebenfalls, dass möglichst „viel Wert auf einfache Versuche mit Alltagsgeräten (z.B. Freihandversuche) gelegt werden [sollte], die ohne Probleme von den Kindern nachvollzogen werden können" (ebd., S. 6).

[78] Ein handlungsorientierter Unterricht ist auch für Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen wichtig (KMK, 2000).

Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bieten Schülerexperimente bzw. Forschendes Lernen ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:			
Akademische Kompetenzen	**Soziale Integration**	**Kooperationsfähigkeit**	**Selbstständigkeit**
Schülerexperimente (allgemein)			
✓ z.B. Welzel et al., 1998	✗	✓ z.B. Welzel et al., 1998	✗
Forschendes Lernen:			
✓ z.B. Furtak et al., 2009	(✓) z.B. Abels, 2014	✓ z.B. Furtak et al., 2009	✓ z.B. Abels, 2015b

5.8 Digitale Medien im (Physik-)Unterricht

5.8.1 Aktuelle Zahlen zu Digitalen Medien im Unterricht

Digitale Medien, wie Smartphones oder Tablets, sind heutzutage aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler nicht mehr wegzudenken. So besitzen nach Feierabend et al. (2018) fast alle Schülerinnen und Schüler (im Alter von 12-19 Jahren) ein Smartphone (Mädchen: 98%, Jungen: 96%). Tablets sind dagegen selten mit jeweils 26% im Besitz von Lernenden (ebd.). Gleichzeitig weisen die meisten Lehrkräfte eine positive Einstellung zu digitalen Medien auf, wobei insbesondere die MINT-Lehrkräfte digitalen Medien im Unterricht positiv gegenüberstehen (BITKOM, 2011). Die Ausstattung mit digitalen Medien ist jedoch von Schule zu Schule bzw. Schulform zu Schulform verschieden: In Deutschland besitzen nach Aussage der Schulleitungen 34% der Schulen Tablet-Klassensätze (forsa, 2019, S. 7). Auch hier unterscheiden sich die Zahlen über die einzelnen Schulformen hinweg. Während in 60% der Gymnasien Klassensätze an schuleigenen Tablets vorhanden sind, sind es an Haupt-, Real- und Gesamtschulen nur 39% - an Grundschulen sogar nur 27% (ebd.).

Trotz dieser eher geringen Zahlen, werden auch die eigenen Smartphones oder Tablets der Lernenden (Bring Your Own Device, kurz: BYOD) eher selten im regulären Unterricht genutzt: So verwenden nach Aussage der Schulleitungen lediglich 36% der Haupt-, Real- und Gesamtschulen in Deutschland BYOD für Lernprozesse im Unterricht, während an Gymnasien etwa jede zweite Schule (53%) BYOD nutzt (forsa, 2019, S. 8). In Grundschulen wird BYOD mit 3% dagegen fast überhaupt nicht verwendet (ebd.). Hierbei ist zu beachten, dass die genannten Zahlenwerte keine Aussagen über die Häufigkeit der Verwendung bzw. die Anzahl der nutzenden Lehrkräfte pro Schule zulassen.

5.8.2 Die sinnvolle Integration von digitalen Medien im Unterricht – das SAMR Modell nach Puentedura

Bei der Integration und Nutzung digitaler Medien wie z.B. Smartphones oder Tablets im Unterricht spielen die planenden bzw. durchführenden Lehrkräfte eine wesentliche Rolle (Baumgartner & Herber, 2013):

> „In der Vorbereitung (didaktischen Planung) entwickeln sie [die Lehrkräfte] eine Konzeption, die bestimmte technische Potenziale der interaktiven Medien in ein didaktisches Setting integrieren. Sie achten dabei insbesondere auf Möglichkeiten, die Qualität des Lernprozesses zu erhöhen, wie es ohne interaktive Medien nicht, oder nicht in der gleichen effektiven Weise, realisiert werden hätte können“ (ebd., S. 6).

Insbesondere sollen somit nach Aussage von Baumgartner und Herber (ebd.) digitale Medien den Unterricht verbessern und nicht nur deshalb eingesetzt werden, weil sie modern sind und sich aus dem Alltag der Lernenden ergeben.

Je nachdem welche technischen Potenziale digitaler Medien im Rahmen der didaktischen Unterrichtsplanung von der Lehrkraft genutzt werden, lassen sich unterschiedliche Lerneffekte erzielen (vgl. Puentedura, 2014). Zur Einführung bzw. Klassifizierung des Lernens mit digitalen Medien schlagen Romrell et al. (2014) bzw. Bresges (2018) das *SAMR Modell* von Puentedura (2014) vor, welches aus vier verschiedenen Stufen besteht:

1) Substitution: Digitale Medien stellen einen direkten Ersatz analoger Medien ohne funktionale Verbesserungen dar (Puentedura, 2014; Romrell et al., 2014; Bresges, 2018). Ein Beispiel hierfür sind PDF-Dateien auf einem Tablet anstatt von ausgedruckten Arbeitsblättern (ebd.).
2) Augmentation: Digitale Medien stellen einen direkten Ersatz analoger Medien mit funktionale Verbesserungen dar (Puentedura, 2014; Romrell et al., 2014; Bresges, 2018).
3) Modifikation: Digitale Medien ermöglichen eine Neugestaltung von Aufgaben und Unterricht (Puentedura, 2014; Romrell et al., 2014; Bresges, 2018). Als Beispiel nennt Bresges (ebd.) z.B. die Ergebnispräsentation mit Hilfe von eigens erstellten Videos.
4) Redefinition: Digitale Medien ermöglichen eine Neugestaltung von Unterrichtskonzepten, die bisher undenkbar waren (Puentedura, 2014; Romrell et al., 2014; Bresges, 2018). Ein Beispiel hierfür sind nach Bresges (ebd.) z.B. Flipped-Classrooms. Hierbei werden die Inhalte von den Lernenden z.B. Zuhause in Form von Erklär-Videos erarbeitet. Dadurch kann die Unterrichtszeit, z.B. durch Anwendungsphasen, anderweitig bzw. sinnvoller genutzt werden.

Dem *SAMR-Modell* (Puentedura, 2014) zufolge lassen sich digitale Medien im Unterricht somit auf verschiedene Arten nutzen bzw. sinnvoll integrieren. Bei den beschriebenen Stufen ist zu beachten, dass die Stufen nicht trennscharf zueinander sind und nach Bresges (2018) eher einem Kontinuum entsprechen.

5.8.3 Digitale Medien im Unterricht – Möglichkeiten zur Anwendung und Forschungsstand

Für den Physikunterricht lassen sich digitale Medien nach Girwidz (2015b) dadurch kategorisieren, ob es sich um „Übungsprogramme, Selbstlerneinheiten und tutorielle Programme, Computerwerkzeuge, Simulations- und Modellierungsprogramme sowie Messwerterfassungssysteme“ (ebd., S. 402f) handelt. Das Smartphone an sich lässt sich darüber hinaus nach Müller et al. (2010) (a) als Experimentiermittel, (b) als Dokumentationsmittel, (c) als Informationsmittel, (d) als Kommunikationsmittel und (e) als Mittel zum Datenaustausch nutzen. Insbesondere bei der Verwendung des Smartphones als Informationsmittel, tritt die Lehrkraft in den Hintergrund bzw. „tritt nur als eine aus dem Kanon der Informationsquellen in Erscheinung“ (Bresges, 2018, S. 616).

Dieser Aspekt stellt auch einen der Vorteile digitaler Medien aus Lehrersicht dar: Nach Gerick et al. (2014) sind 90,0% der befragten Lehrkräfte der Meinung, dass ein Mehrwert digitaler Medien der Zugang zu besseren bzw. anderen Informationsquellen ist (ebd., S. 177). Darüber hinaus werden Vorteile digitaler Medien in der Unterstützung bei Zusammenarbeit der Lernenden (50,1%), der Berücksichtigung des individuellen Lernniveaus (56,7%) und Entwicklung von größerem Lerninteresse (64,0%) gesehen (ebd.).

Neben diesen Vorteilen aus Lehrersicht zeigt eine Meta-Studie mit 79 Einzelstudien positive Effekte digitaler Medien auf das Fachwissen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern über alle Klassenstufen hinweg (Hillmayr et al., 2017). Auch Zwingenberger (2009) (nach Herzig, 2014) und Hattie (2013) kommen zum Ergebnis, dass sich digitale Medien positiv auf den Lernerfolg auswirken (Effektstärke 0,3 bzw. 0,37). In diesem Zusammenhang schreibt Hattie (ebd.) jedoch, „dass Computer (wie viele andere strukturelle Innovationen im Bildungswesen auch) die Wahrscheinlichkeit des Lernens erhöhen können, aber dass es keine zwangsläufige Beziehung zwischen dem Besitzen eines Computers, dessen Nutzung und den Lern-Outcomes gibt“ (ebd., S. 261). Folglich kommt es auf einen geeigneten didaktischen Einsatz der digitalen Medien an (vgl. Baumgartner & Herber, 2013). Darüber hinaus zeigt sich sowohl bei Hillmayr et al. (2017), als auch bei Hattie (2013), dass der Nutzen digitaler Medien dann am größten ist, wenn sie ergänzend zu den klassischen Unterrichtsmethoden eingesetzt werden und diese nicht komplett ersetzen. Hattie (2013) gibt hierbei für einen ergänzenden Einsatz eine Effektstärke 0,45 an, während ein ersetzender Einsatz lediglich eine Effektstärke von 0,3 aufweist (ebd.).

Gleichzeitig ist auch die Länge des Einsatzes Digitaler Medien eine entscheidende Größe für den Erwerb von Fachwissen (Hattie, 2013; Hillmayr et al., 2017). Hierbei gilt: Je länger digitale Medien verwendet werden, desto weniger profitieren die Lernenden von den digitalen Medien (ebd.). Ferner wirkt es sich positiv aus, wenn geeignete Feedbackmöglichkeiten integriert sind (Hattie, 2013; Bresges, 2018). So schreibt Bresges (ebd.):

> „Ein Schlüssel für Zuwächse im Kompetenzbereich Fachwissen scheint der Einbau regelmäßiger Selbsttests zu sein. Wirksam ist das zeitnahe Feedback und die Verbindung des erlernten Fachwissens mit weiterführenden Lernhandlungen“ (ebd., S. 631).

Digitale Medien sind jedoch nicht in der Lage die Lehrkraft vollständig zu ersetzen (Hillmayr et al., 2017). Entsprechend profitieren Schülerinnen und Schüler eher davon, wenn sie zusätzlich von der Lehrkraft unterstützt werden (ebd.): „Die Schülerinnen und Schüler haben Gelegenheit selbstgesteuert Lerninhalte zu erarbeiten und können dabei selbst entscheiden, wann und in welchem Umfang sie Unterstützung durch die Lehrkraft in Anspruch nehmen möchten“ (Hillmayr et al., 2017, S. 16). Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle erwähnt, dass sich geeignete Lernstrategien und insbesondere die vorhandenen Kompetenzen im Zusammenhang mit selbstreguliertem Lernen positiv auf den Lernerfolg auswirken (Herzig, 2014).

Darüber hinaus zeigen sich stärkere Effekte, wenn Digitale Medien in Partner- oder Gruppenarbeit und nicht in Einzelarbeit genutzt werden (Hillmayr et al., 2017; Hattie, 2013). Dies lässt sich dadurch erklären, dass sich Schülerinnen und Schüler bei Problemen mit den Digitalen Medien oder Inhalten gegenseitig unterstützen können (Hillmayr et al., 2017). Um dies zu erreichen ist es jedoch notwendig die Lernenden „[...] mit konkreten Strukturen des kooperativen Lernens [vgl. Abschnitt 4.3] auszustatten und sie zu ermuntern, zusammenzuarbeiten sowie angemessene und unterschiedliche Lernstrategien anzuwenden“ (Hattie, 2013, S. 267). Insbesondere ist Lernen mit digitalen Medien effektiv, wenn durch sie Peer-Learning bzw. kooperatives Lernen verbessert wird (Hattie, 2013; Bresges, 2018). Ferner wirkt es sich positiv auf den Lernerfolg aus, wenn die Lehrkräfte vor der Verwendung im Unterricht eine entsprechende Fortbildung besucht haben (Hattie, 2013; Hillmayr et al., 2017). Neben Auswirkungen auf den Lernzuwachs haben digitale Medien ebenfalls einen Einfluss auf die Motivation (z.B. Eickelmann, 2010; Herzig, 2014; BITKOM, 2011; Hillmayr et al., 2017; Bresges, 2018). In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass die zu Beginn hohe Motivation bedingt durch die digitalen Medien häufig mit der Zeit nachlässt (Herzig, 2014; Hillmayr et al., 2017). Dieser sogenannte Novitäts- (Herzig, 2014) oder Neuheitseffekt (Hillmayr et al., 2017) tritt insbesondere dann auf, „wenn sich der Effekt lediglich auf das technische Artefakt, d.h. den Umgang mit dem Gerät, bezieht“ (Herzig, 2014, S. 13). Im Unterricht gilt es diese nach der Einführung digitaler Medien vorliegende Motivation aufrechtzuerhalten und für die Förderung des Fachinteresses zu nutzen (Hillmayr et al., 2017).

Es lassen sich mit digitalen Medien neben der Medienkompetenz auch überfachliche Kompetenzen fördern (Eickelmann, 2010). So eignen sich nach Eickelmann (ebd.) bzw. Schulz-Zander und Preussler (2005) digitale Medien zur Förderung der Selbstorganisation und der Selbststeuerung. Ferner kommt es durch digitale Medien aufgrund geringerer Instruktionsphasen zur einer Veränderung der Lehrer- bzw. Schülerrolle im Unterricht (Eickelmann, 2010).

> „Lernen mit digitalen Medien – sowohl mit stationären aber vor allem mit mobilen Geräten – eröffnet Möglichkeiten zur Umsetzung einer stärkeren Schülerorientierung des Unterrichts mit hohen Anteilen von aktiv-konstruktiver Selbsttätigkeit, Selbstorganisation sowie Selbststeuerung und geringeren instruktionalen Anteilen durch die Lehrperson und damit eingehend auch eine Veränderung der Lehrer- und Schülerrollen“ (ebd., S. 50).

Die meisten Lehrkräfte weisen eine positive Einstellung zu digitalen Medien auf, wobei insbesondere die MINT-Lehrkräfte digitalen Medien im Unterricht positiv gegenüberstehen (BITKOM, 2011). Gleichzeitig ergeben sich bei der Verwendung digitaler Medien auch Schwierigkeiten oder Probleme im Unterricht, die es zu antizipieren bzw. lösen gilt. So schreibt Schaumburg (2017):

> „Die Diskussion von Gefahren auf unterrichtlicher Ebene kreist um die Frage der Abwägung zwischen didaktischem Mehrwert und technischen sowie didaktischen Problemen beim Einsatz digitaler Medien“ (ebd., S. 20).

Insbesondere muss jede Unterrichtskonzeption „unter den Widrigkeiten des realen Lebens umgesetzt und verwirklicht werden“ (Baumgartner & Herber, 2013, S. 3). Derartige Widrigkeiten können beispielsweise die Internetzugänge bzw. das WLAN sein. Nach einer forsa-Umfrage (2019) gibt es aus Sicht der Schulleitungen lediglich in 36% der Klassen- bzw. Fachräume ausreichend schnelle Internetzugänge bzw. WLAN (ebd., S. 4). Ähnliche Zahlen liefern auch die Daten von Gerick et al. (2014): Aus Sicht von Lehrkräfte sind in 45,5% der Fälle das Internet in der Schule zu langsam (ebd.). Ferner haben 21% der Lehrkräfte „Sorge, dass die Technik im Unterricht versagt“ (Pfisterer, 2014, S. 17) bzw. nicht funktioniert. Darüber hinaus geben 84% der Lehrkräfte an, dass vorhandene Lernmaterialien für digitale Medien noch nicht ausreichend sind (BITKOM, 2011) und dass die „Nutzung im Unterricht [...] nicht immer Vorteile“ (Pfisterer, 2014, S. 17) mit sich bringt. Gleichzeitig birgt die Nutzung von digitalen Medien auch Risiken im Unterricht. Beispielsweise zeigt die ICILS-Studie (Gerick et al., 2014, S. 179) auf, dass der Einsatz digitaler Medien aus Sicht von 75,8% der Lehrkräfte dazu führt, dass Texte aus dem Internet kopiert oder abgeschrieben werden. Darüber hinaus treten aus Sicht der Lehrkräfte (34,4%) organisatorische Probleme auf (ebd.).

Für den inklusiven Unterricht bzw. den Unterricht in (stark) heterogenen Lerngruppen werden digitalen Medien große Potenziale zugesprochen. Dabei geht es im

> „Kontext inklusiver Lern-Lehr-Arrangements nicht nur um Förderung und Lernhilfen für Kinder mit Beeinträchtigungen [...] sondern dass alle Kinder davon profitieren, beispielsweise auch besonders begabte Schülerinnen und Schüler, indem auch ihre spezifischen Lernvoraussetzungen berücksichtigt werden“ (Brüggemann et al., 2014, S. 7).

Entsprechend ist eine geeignete Differenzierung notwendig, welche von digitalen Medien sowohl nach oben als auch nach unten geleistet werden kann (Hillmayer et al., 2017). Gleichzeitig kann durch digitale Medien ein individualisiertes Lernen unterstützt werden (Schaumburg, 2017). Aufgrund der Vertrautheit mit dem Gerät gelingt dies nach Heinen und Kerres (2017) vor allem mit den eigenen Smartphones bzw. Tablets der Lernenden (BYOD). Mit digitalen Medien können leicht die individuellen Lernvoraussetzungen (Hillmayer et al., 2017; Schaumburg, 2017), Lernzugänge (Brüggemann et al. 2014) und Lerninteressen (Schaumburg, 2017) der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt werden und die Lehrkräfte können somit individueller auf die Lernenden eingehen (Pfisterer, 2014). Barrieren lassen sich mit digitalen Medien reduzieren (Fisseler & Markmann, 2012). Insbesondere „eröffnet die Multimedialität der Darstellung neue Zugänge zu Lerninhalten“ (Schaumburg, 2017, S. 20). Es können im Sinne des UDL (vgl. Abschnitt 3.4.2.1) z.B. die Vorlesefunktion (Nehring et al., 2017), (bunte) Bilder, Animationen oder Videos genutzt werden. Nach Beckermann (2014) bieten Smartphones und Tablets darüber hinaus die Möglichkeit einer erhöhten Teilhabe durch die Diktier- und Aufnahmefunktion oder die Spracherkennung, eine einfache und schnelle Bedienung und die Möglichkeit einer Spontannutzung, da sie in der Regel immer verfügbar sind.

Ferner werden auch die Lernenden im inklusiven Unterricht von der Arbeit mit digitalen Medien – insbesondere dem eigenen Smartphone oder Tablet – motiviert (Beckermann, 2014). Für Jugendliche aus prekären Lebenswelten, wie sie häufig bei Schülerinnen und

Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen vorliegen, konnten Calmbach et al. (2016) ferner zeigen, dass bei der Arbeit mit digitalen Medien das primäre Interesse am Medium selber bzw. dessen Verfügbarkeit liegt: „Eine große Faszination üben hier prominente IT-Marken aus, die mit urbanem Lifestyle und Coolness assoziiert sind und auch im Freundeskreis anerkennend registriert werden“ (ebd., S. 203). Was inhaltlich mit diesen Geräten gemacht wird, ist für diese Schülergruppe eher nebensächlich (ebd.).

5.8.4 Multimediale Medien entwickeln – Hintergrundtheorien und Prinzipien

Im Zusammenhang mit digitalen Medien spielen unter anderem zwei allgemeine Theorien eine Rolle, wenn es darum geht ein entsprechendes Medium, z.B. für ein Smartphone oder Tablet, zu entwickeln: Die *Cognitive Load Theory* (z.B. Sweller, 2010) und die *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (Mayer, 2014) – vergleiche Maresch (2006), Hessel (2008), Herzig (2014), Girdwidz (2015), Hillmayr et al. (2017), sowie Schanze und Girwidz (2018). Die *Cognitive Load Theory* (z.B. Sweller, 2010) wurde bereits im Abschnitt 5.4 erläutert. Daher wird in diesem Abschnitt nur noch die *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (Mayer, 2014) beschrieben. Anschließend werden Implikationen der beiden Theorien für die Entwicklung (digitaler) Multimediaanwendungen gezogen.

Die *Cognitive Theory of Multimedia Learning* nach Mayer (2014) (vgl. auch Maresch, 2006; Girwidz, 2015b; Hillmayr et al., 2017; Schanze & Girwidz, 2018) geht von drei grundlegenden Annahmen aus, die in Tabelle 15 zusammengefasst sind.

Annahme:	Beschreibung:
Dual channels (Mayer, 2014)	Es gibt zwei unterschiedliche Informationskanäle für bildbasierte und sprachbasierte Informationen.
Limited capacity (Mayer, 2014)	Die Verarbeitungskapazität des bildbasierten und des sprachbasierten Informationskanals sind beschränkt (vgl. auch *Cognitive Load Theory*, Sweller, 2010).
Active processing (Mayer, 2014)	Der Mensch ist aktiv am Lernen beteiligt, indem er die Informationen selektiert, sie in mentale Repräsentationen organisiert und diese mit dem Vorwissen verknüpft.

Tabelle 15: Annahmen der Cognitive Theory of Multimedia Learning (aus Mayer, 2014 – eigene Übersetzung der Beschreibungen).

Ausgehend von diesen forschungsbasierten Annahmen entwickelt Mayer (2014) die *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (vgl. auch Maresch, 2006; Girwidz, 2015b; Schanze & Girwidz, 2018): Multimediale Repräsentationen wie Worte und Bilder gelangen über die Ohren und Augen in das sensomotorische Gedächtnis (vgl. auch Abbildung 10). Dabei erreichen Bilder über die Augen und Worte über die Ohren (z.B. bei einer mündlichen Präsentation) oder über die Augen (z.B. bei einem geschriebenen Text) das sensomotorische Gedächtnis. Dort verbleiben sie für eine kurze Zeit. Beim Übergang vom sensomotorischen Gedächtnis in das Arbeitsgedächtnis werden die Worte bzw. Bilder selektiert bzw. gefiltert. Im Arbeitsgedächtnis kann es zunächst zur Entstehung eines Bildes aus einem Klang bzw. eines Klangs aus einem Bild kommen. Mayer (2014) schreibt hierzu:

> „The arrow from sound [Klang] to visual images [Bilder] represents the mental conversion of a sound (such as the spoken word ‘cat’) – that is, when you hear ‘cat’ you might also form a mental image of a cat. The arrow from visual images [Bilder]

> to sound images [Klang] represents the mental conversion of a visual image (such as a mental picture of a cat or the printed word ‘cat’) into a sound image (such as the sound of the word ‘cat’) – that is, you mentally hear the word ‘cat’ when you see a picture of one” (ebd., S. 62).

Durch Organisationsprozesse entstehen aus den Klängen ein verbales Modell und aus den Bildern ein pictoriales Modell (ebd., Schanze & Girwidz, 2018). Diese beiden Modelle müssen nun miteinander kombiniert werden. In diesem Integrationsprozess wird zusätzlich das Vorwissen aus dem Langzeitgedächtnis berücksichtigt bzw. kann den Kombinationsprozess unterstützen (ebd.).

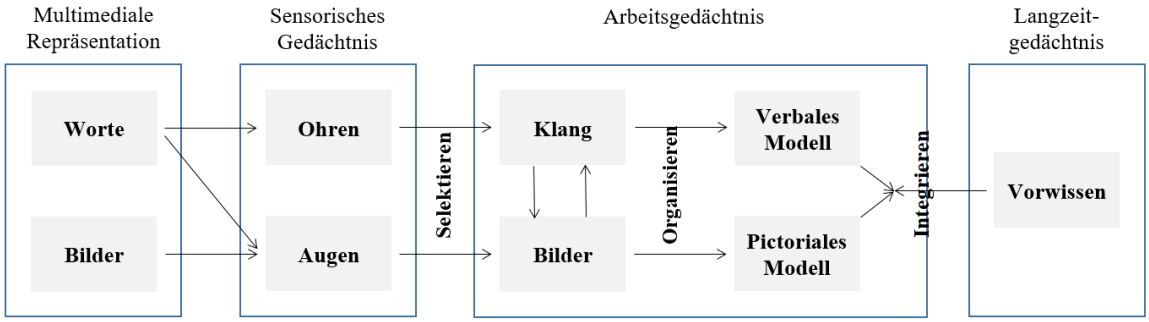


Abbildung 10: Multimedia-Learning nach Schanze und Girwidz (2018).

Nach Mayer (2014) spielt auch die *Cognitive Load Theory* eine wichtige Bedeutung im multimedialen Lernen. Hierbei führt er aus, dass der *intrinsic cognitive load* insbesondere beim Selektieren zwischen dem Sensomotorischen Gedächtnis und dem Arbeitsgedächtnis relevant ist. Der *germane cognitive load* dagegen spielt insbesondere in der Organisationsphase und der Integrationsphase eine entscheidende Rolle (ebd.).

Mayer (2014) beschreibt verschiedene, aus den oben beschriebenen Theorien entwickelte, Prinzipien zur Verringerung des *extraneous cognitive load*. Diese Prinzipien sind (a) das Kohärenzprinzip, (b) das Signalisierungsprinzip, (c) das Redundanzprinzip, (d) das räumliche Kontiguitäts-Prinzip und (e) das zeitliche Kontiguitätsprinzip (deutsche Übersetzungen übernommen aus Girwidz, 2015b). Eine Beschreibung dieser Prinzipien ist in Tabelle 16 dargestellt. Darüber hinaus nennt Mayer (2014) Prinzipien zur Förderung des *germane cognitive load*. Diese sind ebenfalls in Tabelle 16 dargestellt und werden dort kurz erläutert.

Bei der Entwicklung multimedialer Lernangebote spielen diese Prinzipien eine wichtige Rolle. Nach Baadte und Schnotz (2012)

> „kommen adäquat gestaltete Lernumgebungen [jedoch] nicht dadurch zustande, dass man eine Liste solcher Prinzipien mechanisch abarbeitet. Vielmehr gilt es, für den jeweiligen Einzelfall eine adäquate Gewichtung solcher Prinzipien vorzunehmen. Die Gestaltung von multimedialem Lernmaterial ist immer eine Form von komplexem Problemlösen“ (ebd., S. 37).

Folglich ist immer zu überlegen, welches der Design-Prinzipien im konkreten Fall Anwendung finden kann, bzw. ökonomisch und technisch realisiert werden kann. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass diese Design-Prinzipien in experimentellen Studien getestet wurden (vgl. Mayer, 2014) und „dass bei der Übertragung auf schulische

Kontexte berücksichtigt werden muss, dass mögliche Einflussfaktoren – wie sie in experimentellen Settings ausgeschaltet und kontrolliert werden – zu möglichen Verzerrungen führen können“ (Herzig, 2014, S. 13).

Prinzipien zur Verringerung des extraneous cognitive load nach Mayer (2014), vgl. auch Girdwidz (2015b). Die Reihenfolge der Prinzipien ergibt sich aus der Kapitelreihenfolge bei Mayer (2014) und entspricht der Reihenfolge bei Girwidz (2015b). Die deutschen Übersetzungen der Prinzipien stammen von Girwidz (ebd.)	
Prinzip:	Kurzbeschreibung:
Kohärenzprinzip	Der Lerneffekt ist höher, wenn irrelevante Bilder, Texte, Wörter, Töne, Symbole, ... nicht Teil des Multimediaangebots sind.
Signalisierungsprinzip	Hervorhebungen von wichtigen Begriffen oder eine klare Struktur wirken sich positiv auf den Lerneffekt bei Multimediaangeboten aus.
Redundanzprinzip	Der Lerneffekt bei gesprochenem Text mit Bildern ist größer als bei einem gesprochen und geschriebenen Text bzw. einem Bild alleine.
Räumliches Kontiguitätsprinzip	Bildliche und textbasierte Darstellung eines Sachverhalts sollten im Multimediaangebot in räumlicher Nähe zueinander platziert werden.
Zeitliches Kontiguitätsprinzip	Eine gesprochene Erklärung, sollte zeitgleich mit einer Animation eingespielt werden.
Prinzipien zur Förderung des germane cognitive load nach Mayer (2014), vgl. auch Girdwidz (2015b). Die Reihenfolge der Prinzipien ergibt sich aus der Kapitelreihenfolge bei Mayer (2014) und entspricht der Reihenfolge bei Girwidz (2015b). Die deutschen Übersetzungen der Prinzipien stammen von Girwidz (ebd.)	
Prinzip:	Kurzbeschreibung:
Segmentierungsprinzip	Aufteilung des Informationsangebots in geeignete, lern(er)gerechte Segmente und nicht als ein, durchgängiges Informationsangebot.
Vortrainingsprinzip	Der Lerneffekt ist höher, wenn die benötigten (Fach-)Begriffe vorher bekannt sind. Unbekannte (Fach-)Begriffe sollten bereits vor Verwendung des multimedialen Mediums thematisiert werden.
Modalitätsprinzip	Im Zusammenhang mit graphischen Darstellungen ist der Lerneffekt höher, wenn die inhaltliche Erklärung in gesprochener als in geschriebener Form vorliegt.
Multimediaprinzip	Informationen werden eher gelernt, wenn ein Text zusammen mit graphischen Darstellungen und nicht nur ein Text alleine angeboten werden.
Personalisierungsprinzip	Direkte Ansprache in verbalen Darstellungen wirken sich positiv aus als formale Formulierungen.
Stimmlichkeit	Bei sprachlichen Erklärungen / vorgelesenen Texten / ... ist der Lerneffekt höher, wenn nicht die maschinelle Stimme des digitalen Mediums genutzt wird, sondern die Texte von einem Menschen eingesprochen wurden.
Sprecherbild nicht nötig	Der Effekt, den ein Sprecherbild auf den Lerneffekt hat, ist vernachlässigbar.

Tabelle 16: Kriterien zur Entwicklung multimedialer Lernmaterialien nach Mayer (2014).

Zusammenfassung:

Digitale Medien, in denen große Potenziale für den inklusiven (Physik-)Unterricht gesehen werden, lassen sich unterschiedlich in den Unterricht integrieren (Puentedura 2014). Dabei sollten Digitale Medien im besten Fall ergänzend zu analogen Medien verwendet werden (Hillmayr et al., 2017) und die Designprinzipien für multimediale Lernmaterialien (Mayer, 2014) berücksichtigen.

Aus Sicht des Modells dualer Unterrichtsplanung zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen (Bildungsauftrag) und der sozialen Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit (Entwicklungsauftrag) bieten Digitale Medien ausgehend von der Literaturrecherche folgende Möglichkeiten:			
Akademische Kompetenzen	**Soziale Integration**	**Kooperationsfähigkeit**	**Selbstständigkeit**
✓ z.B. Hillmayr et al., 2017	✗	(✓) z.B. Hillmayr et al., 2017	✓ z.B. Hillmayr et al., 2017

6 Zusammenfassung

In den vorherigen Kapiteln wurden diverse Komponenten von Lernumgebungen beschrieben, die sich im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung (vgl. Abschnitt 3.4.2.4) zur gemeinsamen Förderung von akademischen Kompetenzen, sowie der sozialen Integration und/oder der Kooperationsfähigkeit und/oder der Selbstständigkeit von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Gefühls- und Verhaltensstörungen eignen.

	Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperations-fähigkeit	Selbstständigkeit
Classroom-Management	✓ Korpershoeck et al., 2016	(✓) Schwab & Elias, 2015	(✓) Schwab & Elias, 2015	(✓) Korpershoeck et al., 2016
Team-Kleingruppen-Modell	✓ Schlömerkemper, 1987	✓ Schlömerkemper, 1987	(✓) Schlömerkemper, 1987	✓ Schulz-Wensky, 1996
Kooperatives Lernen	✓ Hattie, 2013	✓ Roseth et al., 2008	✓ Jenkins et al., 2003	✓ Wocken, 2013
Kontakttheorie und SULKI-Modell	✗	✓ Pettigrew & Tropp, 2006	✗	✗
Präkonzepte berücksichtigen	✓ Wodzinski, 2013	✗	✗	✗
Scaffolding durch gestufte Lernhilfen	✓ Wodzinski, 2013	(✓) Wodzinski, 2013	✓ Franke-Braun, 2008	✓ Wodzinski, 2013
Sprachsensibler (Physik-)Unterricht	✓ Leisen, 2019	✗	✗	✓ Bergelt et al., 2016
Kontextorientierter Unterricht	(✓) Bennett et al. (2007)	✗	✗	✗
Schülerexperimente	✓ Welzel et al., 1998	✗	✓ Welzel et al., 1998	✗
Unterstütztes Forschendes Lernen	✓ Furtak et al., 2009	(✓) Abels, 2014	✓ Furtak et al., 2009	✓ Abels, 2015b
Nutzung von digitalen Medien	✓ Hillmayr et al., 2017	✗	(✓) Hillmayr et al., 2017	✓ Hillmayr et al., 2017

Tabelle 17: Zusammenfassung der theoretischen Aspekte im Hinblick auf die gemeinsame Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, Soziale Integration Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit.

In Tabelle 17 ist der diesbezüglich ermittelte Forschungsstand noch einmal übersichtlich zusammengetragen, wobei die einzelnen Kapitel bzw. Abschnitte dieser Arbeit als Ausgangspunkt für die linke Spalte genommen wurden. Es wurde jeweils durch die

Symbole ✓ (zur Förderung dieser Kompetenz geeignet) und × (zur Förderung der Kompetenz liegen der Literaturrecherche nach keine Aussagen vor) dargestellt, inwiefern ein Kriterium sich zur Förderung der jeweiligen Kompetenzen eignet. Das Zeichen (✓) wurde jeweils verwendet, wenn in der Literatur ein verwandter Begriff (z.B. bei der Kooperationsfähigkeit allgemein die Förderung sozial-emotionaler Kompetenzen) genannt wurde. In der Tabelle wird bei Erfüllung immer nur eine Literaturquelle genannt. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Für nähere Informationen wird auf die einzelnen Kapitel bzw. Abschnitte verwiesen.

7 Design-Based Research-Ansatz

7.1 Motivation für den Design-Based Research-Ansatz im Hinblick auf den (inklusiven) Physikunterricht

Inklusive Lerngruppen stellen Lehrkräfte vor große Herausforderungen (z.B. Forlin et al, 2008a) und entsprechend ist die (Fach-)Didaktik gefordert, geeignete Konzepte (weiter-)zuentwickeln (DUK, 2009; Leiß, 2018). Problematisch stellt sich in diesem Zusammenhang allerdings heraus, dass die fachdidaktisch gewonnenen Erkenntnisse kaum Anwendung bzw. Beachtung in der Schulpraxis finden (van den Akker, 1999; DBRC 2003; Kohnen, 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Bresges, 2018). Dies trifft insbesondere auf die von hoher fachdidaktischer Erkenntnis geprägten experimentelle Studien zu (van den Akker, 1999; Kohnen, 2012), wobei nach Wilhelm und Hopf (2014) experimentelle Studien den einen Extrempol fachdidaktischer Forschung ausmachen. Der andere, gegensätzliche Extrempol fachdidaktischer Forschung ist die Evaluationsforschung (ebd.), welche im Vergleich zu experimentellen Studien einen direkt in der Schule merklichen Nutzen aufweist (vgl. Kohnen, 2012). Diese Ausführungen zu experimentellen Studien und der Evaluationsforschung lassen sich nach Kohnen (ebd.) in Form eines Quadranten-Modells (Stokes, 1997) verstehen (vgl. Abbildung 11). Dabei werden experimentelle Studien mit der Vorgehensweise von Bohr zur Entwicklung der Atommodelle verstanden, welche in hohem Maße zu wissenschaftlichen Erkenntnissen beiträgt, jedoch kaum bis keinen direkten alltäglichen Nutzen aufweist (Kohnen, 2012). Die Evaluationsforschung lässt sich in dieser Analogie ähnlich der Vorgehensweise von Thomas Alva Edison vergleichen, der nach Anwendungsmöglichkeiten für elektrische Energie gesucht hat (ebd.). Entsprechend liegt der Fokus hier lediglich auf dem Nutzen für den Alltag der Menschen – die wissenschaftliche Erkenntnis ist eher als gering einzuschätzen (ebd.).

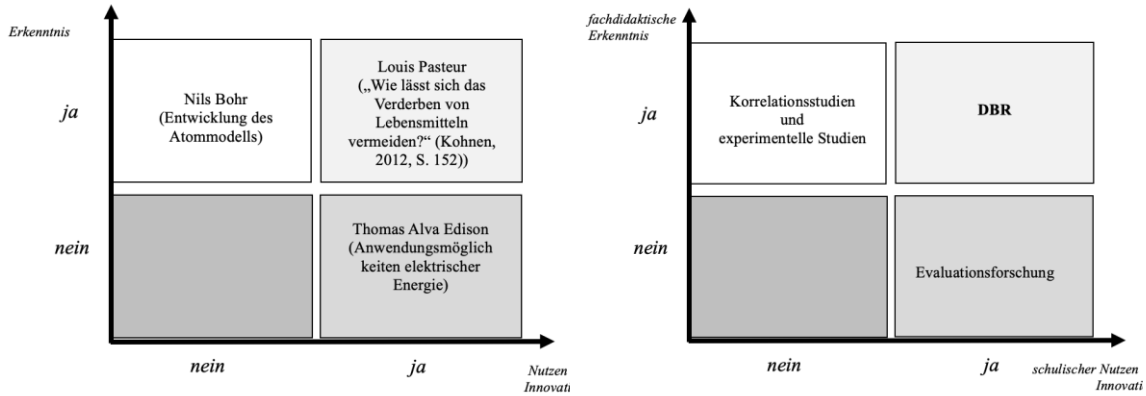


Abbildung 11: Quadranten-Modell von Stokes (1997) (links) angewandt auf die fachdidaktische Forschung in Anlehnung an Kohnen (2012) (rechts) – eigene Darstellung.

Neben den beiden beschriebenen Quadraten zur Evaluationsforschung bzw. experimentellen Studien, findet man im Quadranten-Modell von Stokes (1997) zusätzlich den Pasteur'schen Quadraten oben rechts (ebd.; Kohnen, 2012; Abbildung 11, links). Louis Pasteur hat untersucht, wie sich das Verderben von Lebensmitteln möglichst vermeiden lässt (ebd.). Entsprechend hat seine Forschung einerseits einen praktischen Nutzen,

gleichzeitig will Pasteur jedoch auch zur wissenschaftlichen Erkenntnis beitragen. Dieser Pasteur'sche Quadrant wird im fachdidaktischen Quadranten-Modell (Abbildung 11, rechts) vom sogenannten Design-Based Research-Ansatz (kurz DBR) eingenommen.[79] Dieser Ansatz zeichnet sich – auch entsprechend seiner Position in Abbildung 11 – dadurch aus, dass es sowohl einen theoretischen Output im Sinne einer (Weiter-)Entwicklung von Theorie(n) und einem praktischen Output, z.B. in Form von Arbeitsmaterialien, im Sinn hat (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Gleichzeitig ist ein Charakteristikum von DBR, dass in der Regel Probleme aus der Schulpraxis aufgegriffen werden (van den Acker, 1999; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Entsprechend erscheint DBR gerade für eine inklusive Fachdidaktik prädestiniert (Rott & Marohn, 2016)[80], weil es im inklusiven Unterricht gilt die „Gelingensbedingungen vor Ort [zu] analysieren" (Ahrbeck, 2017, S. 7). Gleichzeitig fehlen in den Schulen häufig geeignete Unterrichtsmaterialien für die inklusiven Lerngruppen, sowie die theoretische Fundierung der Materialien und Konzepte (Rott & Marohn, 2016). Insbesondere hier kann DBR eine geeignete Unterstützung liefern (ebd.).

Im Folgenden Abschnitt wird zunächst erläutert, durch welche (weiteren) Kriterien sich DBR auszeichnet und wie der Ansatz definiert werden kann. Darüber hinaus wird ein Ablaufmodell präsentiert, an dem sich diese Studie orientiert.

7.2 Definition von bzw. Ablauf beim Design-Based Research

DBR wird bei Plomp (2010) definiert als

> „systematic study of designing, developing and evaluating interventions (such as programs, teaching-learning strategies and materials, products and systems) as solution for complex problems in educational practice, which also aims at advancing out knowledge about the characteristics of these interventions and the processes of designing and developing them" (ebd., S. 13).

Entsprechend geht es beim DBR um die Lösung von Problemen aus der Praxis (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019), wobei hierzu im Sinne des DBR-Gedankens ein Design (z.B. Unterrichtsmaterialien) entwickelt, evaluiert und weiterentwickelt wird (van den Acker, 1999; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Dabei spielt dieses Design, welches nach Edelson (2002)

[79] Nach Reinmann (2017) entstehen auch im deutschsprachigen Raum in den letzten Jahren immer mehr Studien im Sinne eine Design-Based Research-Ansatzes. Beispiele für den naturwissenschaftlichen Unterricht findet man bei Wilhelm und Hopf (2014), Rott und Marohn (2016), Bresges (2018), Britz (2018), Rott (2018).

[80] Die Design-Based Research-Studien von Rott und Marohn (2016), Britz (2018) bzw. Rott (2018) sind jeweils im inklusiven Sachunterricht in der Grundschule verortet.

als „sequence of decisions made to balance goals and constraints“ (ebd., S. 108) definiert werden kann, eine entscheidende Rolle (Reinmann, 2005). Es ist der „Kristallisationspunkt für systematische Lernprozesse und [...] Quelle für die Entwicklung von Theorien“ (ebd., S. 59). Entsprechend ist das Ziel des DBR nicht nur die begründete (Weiter-)Entwicklung eines Designs, sondern ebenso das Formulieren von Theorien, welche sich aus der Implementation des Designs ergeben und den Erfolg bzw. Nicht-Erfolg der Lernumgebung erklären können (van den Acker, 1999; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019).

Kolbeck (2019) hat diverse Literaturquellen auf (weitere) Merkmale des DBR-Ansatzes untersucht. Diese Merkmale sind übersichtlich in Tabelle 18 dargestellt:

Merkmal des DBR:	Merkmal des DBR:
Interventionsentwicklung in einem realen Bildungskontext	Kooperation zwischen Forschern und Praktikern
Iteratives Vorgehen	Design als Gegenstand der Forschung
Wissenschaftliche Orientierung (Theoriebasierte Entwicklung / Theoriebildung)	Prozess-Orientierung
Nutzen-Orientierung	Verwendung von Mixed-Methods / Triangulation

Tabelle 18: Charakteristische Merkmale von DBR, Formulierungen entnommen aus Kolbeck (2019, S. 56).

Dabei ist insbesondere das zyklische Vorgehen, bestehend aus Synthese/Vorbereitung, (Re-)Design, Erprobung/Durchführung bzw. Analyse/Reflexion (vgl. Rott & Marohn, 2016; Britz, 2018; Rott, 2018; Kohlbeck, 2019) das entscheidende Charakteristikum des DBR (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger et al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016, Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019) und ist gleichzeitig die prägende Komponente bei der Realisierung eines DBR-Forschungsprojekts.

In Anlehnung an Rott und Marohn (2016), Britz (2018), Rott (2018) bzw. Kolbeck (2019) besteht ein DBR-Forschungsprojekt aus insgesamt drei Phasen. Diese werden bei den Autoren (ebd.) als Framing, Design-Experiment und Re-Framing bezeichnet (vgl. auch Abbildung 12).[81] Diese Phasen werden in den folgenden Abschnitten näher vorgestellt.

7.2.1 Framing

Die Framing Phase beginnt mit der Ermittlung von Problemen in der Schulpraxis (van den Acker, 1999; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp,

[81] Andere Autoren nennen ähnliche Phasen, die jedoch anders bezeichnet werden: Plomp (2007) nennt die Phasen *preliminary resarch* (= Framing), *prototyping phase* (= Design-Experiment) und *assessment phase* (= Re-Framing). Bei van den Akker (1999) differenziert die Framing Phase in die Phasen *Preliminary investigation* (= Probleme in der Praxis ermitteln) und *Theoretical Embedding* (= Literaturrecherche, theoretische Einbettung). Darüber hinaus nennt van den Akker (1999) ferner die Phasen *empirical testing* (= Design-Experiment) und *documentation, analysis and reflection* (= Re-Framing). Cobb et al (2003) bezeichnen die Phase des Re-Framing als *Retrospective Analysis*.

2010; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Dabei können sich die Probleme sowohl direkt durch Gespräche mit Lehrkräften aus der Praxis, aber auch aus wissenschaftlichen Erkenntnissen bzw. politischen Forderungen ergeben.

Es entwickeln sich Fragestellungen, die nach Plomp (2010) z.B. von folgender Form sein können:

> „What are the characteristics of an <intervention X> for the purpose/outcome Y (Y_1, Y_2, ..., Y_n) in context Z“ (ebd., S. 19).

Dabei steht X für die Intervention und Y für (möglicherweise verschiedene) Ziele (ebd.). Der jeweilige Kontext, in dem das Projekt stattfindet bzw. das Design implementiert wird, wird in diesem allgemeinen Vorschlag mit Z bezeichnet (ebd.). Die Fragestellungen sollten theoretische und praktische Ziele berücksichtigen (van den Acker, 1999; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Gleichzeitig ist DBR vor allem für offene und nicht für dichotome Fragen geeignet (Kohnen, 2012).

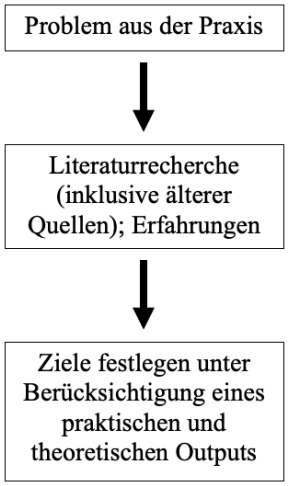
Ausgehend von dieser Problemanalyse und der Forschungsfrage(n) wird eine detaillierte Literaturrecherche durchgeführt (van den Akker, 1999; Plomp, 2007; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Der Fokus liegt hierbei auf möglichen Lösungen der praktischen Problemstellung(en) (ebd.). Dabei sollten nach Wilhelm und Hopf (2014) explizit auch ältere Literaturquellen einbezogen werden – auch wenn diese nicht immer leicht zu beschaffen sind. Ferner kann auch das Erfahrungswissen von Lehrkräften genutzt werden (Kolbeck, 2019).

7.2.2 Design-Experiment

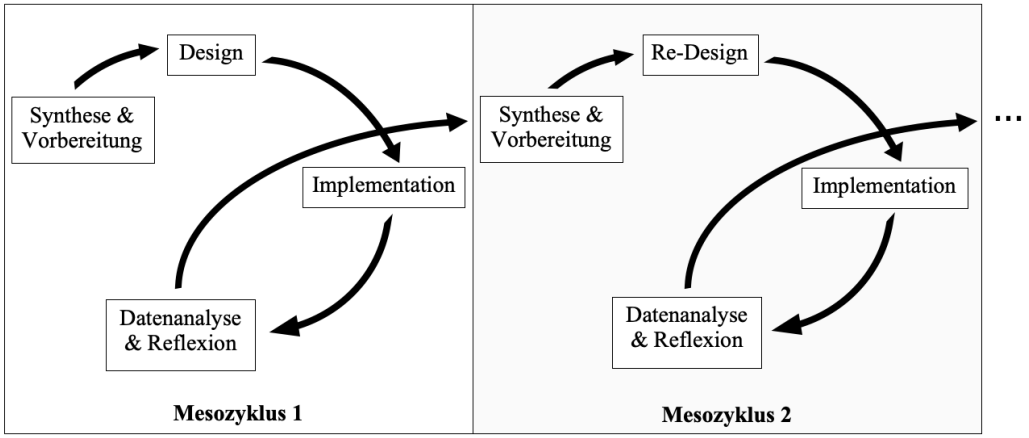
Das Design-Experiment selbst besteht aus vier Phasen: Synthese und Vorbereitung, (Re-)Design, Implementation und Datenanalyse und Reflexion (Rott & Marohn, 2016; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Diese vier Phasen sind in ein zyklisches Vorgehen eingebunden (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Fraefel, 2014; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger et al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019) und werden entsprechend mehrfach durchlaufen. Die einzelnen Durchläufe werden dabei als Mesozyklen bezeichnet (Rott & Marohn, 2016; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Dabei können die Mesozyklen auch unterschiedliche Teilfragestellungen der Fragestellung(en) aus der Framing-Phase untersuchen (ebd.). Auch können sich aus vorangegangenen Zyklen neue (Teil-)Fragestellungen ergeben (ebd.), die in der Phase Synthese und Vorbereitung festgelegt werden. Gerade die ersten Zyklen im DBR-Forschungsprojekt haben zunächst das Ziel, inwiefern das Design grundsätzlich überhaupt angemessen und passend ist (Prediger et al., 2012; vgl. auch Kolbeck, 2019). Zusätzlich werden in dieser Phase weitere Rahmenbedingungen (welche Schule(n)?, welche Lerngruppe(n)?, wann findet die Implementation des Designs statt? Elternerlaubnis einholen, ...) festgelegt (ebd.).

Ablauf eines DBR-Forschungsprojekts

Framing



Design-Experiment



Re-Framing

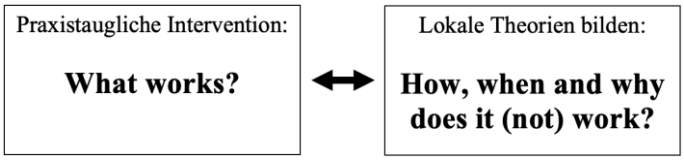


Abbildung 12: Schematische Darstellung eines DBR-Forschungsprojekts in Anlehnung an Fraefel (2014), Rott und Marohn (2016), Britz (2018), Rott (2018) bzw. Kolbeck (2019).

In der Design-Phase wird das konkrete Design entwickelt (ebd.). Ausgangspunkt hierfür sind die Ergebnisse der Framing-Phase (ebd.). Bei der Entwicklung des Designs „reicht es zur Lösung eines Problems [häufig] nicht, nur an kleinen Stellschrauben zu drehen, sondern zur Problemlösung müssen mehrere Aspekte verändert werden“ (Wilhelm & Hopf, 2014, S. 35).[82] Dabei ist, insbesondere, wenn es sich um wenig erforschte Bereiche handelt, Kreativität gefragt (Prediger et al., 2012). Ferner nennt Prediger et al. (2012) zentrale Fragestellungen, welche die Entwicklung des Designs beeinflussen (können): „

- Welche Lernaktivitäten sollen nach welchen Design-Prinzipien mit welchen Aufgabenstellungen für welche Ziele initiiert werden?
- Mit welchen Lehr-Lernmitteln können die Prozesse unterstützt werden?
- Wie können typische Hürden auf den Lernpfaden der Schülerinnen und Schüler umgangen oder überwunden werden?“ (ebd., S. 454),

wobei Prediger et al. (ebd.) aufzeigen, dass gerade die beiden letztgenannten Fragen bereits breites fachdidaktisches Wissen aus der Literaturrecherche in der Framing-Phase benötigen. Wenn ein entsprechendes fachdidaktisches Wissen nicht existent ist, eignet sich auch das Erfahrungswissen von Lehrkräften (z.B. Kolbeck, 2019) bzw. das eigene Erfahrungswissen.[83]

Im Anschluss an die Entwicklung des Designs, wird es in der Schule[84] implementiert und getestet (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016, Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Dabei zeichnet sich DBR nicht durch eine charakteristische Methodologie aus (Reinmann, 2005), wobei insbesondere Mixed-Methods, also eine Kombination aus quantitativen und qualitativen Erhebungsinstrumenten, genutzt werden sollten (DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Kohnen, 2012; Wilhelm & Hopf, 2014).[85] Hierbei sind nach Collins et al. (2004) insbesondere die folgenden drei Aspekte relevant: „

1. Climate variables such as engagement, cooperation, risk taking, student control.
2. Learning variables, such as content knowledge, skills, dispositions, metacognitive strategies, learning strategies.
3. Systemic variables, such as sustainability, spread, scalability, ease to adoption, and costs“ (ebd., S. 36).

Dabei lassen sich nach Collins et al. (2004) die „Climate Variables“ (ebd., S. 36) vor allem über Beobachtungen und Videos ermitteln. Aber auch Interviews mit den Beteiligten erscheinen geeignet. „Learning Variables“ (ebd., S. 36) lassen sich insbesondere in Pre-/Post-Tests ermitteln (ebd.). „Systemic variables“ (ebd., S. 36) ergeben sich am besten aus Interviews oder Umfragen (ebd.). Dabei kommt es jedoch schnell zu einer großen Anzahl

[82] Entsprechend werden beim DBR auch nicht einzelne Variablen kontrolliert (vgl. auch Abschnitt 7.2.4).
[83] Wenn bereits einer oder mehrere Zyklen durchgeführt wurden, lässt sich selbstverständlich auch das erworbene Wissen aus den vorangegangenen Zyklen nutzen (Prediger et al., 2012).
[84] Prediger et al. (2012) ist die einzige der genannten Quellen zum DBR, welche die ersten Zyklen nicht direkt in der Schule, sondern im Labor durchführen.
[85] Selbstverständlich müssen auch beim DBR die Testgütekriterien Objektivität, Validität und Reliabilität erfüllt werden (vgl. Kohnen, 2012). Gleichzeitig sind nach Reimann (2005) darüber hinaus Gütekriterien für DBR die Neuheit, Nützlichkeit, sowie nachhaltige Innovationen.

an Fragebögen und anderen Erhebungsmethoden. Es gilt hier „Kompromisse zu machen und Tests auf die absolut notwendigen Datenerhebungen zu beschränken“ (Wilhelm & Hopf, 2014, S. 41). Ferner spielen auch das eigentliche Setting, die Kenndaten der Lernenden, Informationen über die Vorbereitung der Lehrkräfte, finanzielle Aspekte (z.B. Kosten der Materialien) und die Rahmenbedingungen der Implementation (z.B. die Art und Weise der Einführung, der Zeitrahmen, usw.) eine Rolle (ebd.). Gleichzeitig kann es sich auch anbieten ein Kontrollgruppen-Design zu nutzen (Wilhelm & Hopf, 2014).

Die unterschiedlichen Erkenntnisse aus den verschiedenen Erhebungsmethoden bzw. Blickwinkeln werden darüber hinaus trianguliert (DBRC, 2003; Kolbeck, 2019).

In der Phase Datenanalyse und Reflexion werden die erhobenen Daten ausgewertet (Rott & Marohn, 2016; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019), wobei insbesondere Problemanalysen zur Theoriebildung (Edelson, 2002), aber auch für die Weiterentwicklung des Designs führen sollen. Plomp (2010) formuliert diesbezüglich:

> „A key idea is that when a certain cycle the prototype of the intervention does not result in the desired outcomes, one may conclude that the design principles (or intervention theory) applied are not (yet) effective (or, in other words, that the intervention theory ‘fails’). This has to result in a re-design or refinement of the intervention, which goes hand-in-hand with the refinement of the intervention theory or design theory” (ebd., S. 19).

Folglich bietet DBR die Möglichkeit aus den Fehlern zu lernen bzw. Theorien und das Design in einem Re-Design weiterzuentwickeln (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger et al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016, Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019) und auf diese Weise „Stolperstellen nach und nach auszumerzen“ (Wilhelm & Hopf, 2013, S. 41) bis alle Probleme behoben sind (Collins et al., 2004). Entsprechend können bzw. müssen die Zyklen beim DBR mehrfach durchlaufen werden (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger et al., 2012; Fraefel, 2014; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016, Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Gerade bei der Weiterentwicklung der Designs zwischen den einzelnen Zyklen ist jedoch darauf zu achten, die Veränderungen systematisch zu dokumentieren (Edelson, 2002).

7.2.3 Re-Framing

Beim DBR geht es mehr als um das Perfektionieren eines Designs (DBRC, 2003, Wilhelm & Hopf, 2014). Vielmehr sollen auch (lokale) Theorien[86] des Lernens (weiter-)entwickelt werden (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger et al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016, Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Diese (lokalen) Theorien beinhalten „mögliche Verläufe, eventuelle

[86] Nach Prediger et al. (2012) wird der Begriff lokale Theorien verwendet, weil sie nicht unabhängig vom Kontext sind. Ferner können die gewonnenen Erkenntnisse nicht notwendigerweise auf andere Kontexte übertragen werden (vgl. auch Collins et al., 2014). Bei Reinmann (2005) werden lokale Theorien als kontextualisierte Theorien bezeichnet. Bresges (2018) nutzt für den Begriff lokale Theorie den Terminus Prototheorien.

oder typische Hürden, Bedingungen und Wirkungen der eingesetzten Aufgabenstellungen und Unterstützungsmittel für den gegenstandsspezifischen Lernprozess“ (Prediger et al., 2012, S. 455). Dabei unterscheidet Edelson (2002) drei verschiedene Typen von Theorien beim DBR[87]:

- *Domain Theories*: Hierbei handelt es sich um Verallgemeinerungen aus der Problemanalyse der einzelnen Zyklen im DBR-Experiment (ebd.). Diese Form der Theorie ist deskriptiv und nicht präskriptiv (ebd.). Folglich handelt es sich hierbei um Beschreibungen der Form „Was ist passiert?“ und nicht um Theorien der Form „Wie muss man vorgehen, damit das Design erfolgreich ist?“.
- *Design Frameworks*: Hierbei handelt es sich um die Verallgemeinerung von Design-Lösungen (ebd.). Sie sind präskriptiv und zeigen auf, wie eine Lernumgebung designt sein kann bzw. muss, damit bestimmte Ziele erreicht werden (ebd.).
- *Design Methodologies*: Diese Form von Theorie verallgemeinert die Vorgehensweise beim Designprozess (ebd.). Folglich steht hier der Prozess an sich im Vordergrund und nicht das Design selber (ebd.).

Insbesondere spielen die Fragen „What works?“ (Cobb et al., 2003, S. 12) und „How, when and why does it work?“ (ebd.)[88] eine entscheidende Rolle (vgl. auch Rott & Marohn, 2016; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Hierbei sind ferner auch Problemanalysen entscheidend (Edelson, 2002; Collins et al., 2004). So schreiben Collins et al (ebd.):

> „It is important to analyze why it is not working, and take steps to fix whatever problems appear to be the reason for failure. In this way we collect information about failures, plus information gathered from the attempt repairs to the design, and whether they succeed or fail. It is critical to document failures and revisions, as well as the overall results of the experiment“ (Collins et al., 2004, S. 34).

Somit müsste die oben genannte Frage „How, when and why does it work?“ (Cobb et al., 2003, S: 12) dementsprechend ergänzt werden, dass man auch thematisiert, welche Probleme auftreten und warum das Design die gesteckten Ziele nicht erreicht. Folglich sollte man beim DBR die Frage „How, when and why does it (not) work?“ bei der Theoriebildung berücksichtigen.

Entsprechend können der bisherigen Ausführungen lokale Theorien bzw. design principles z.B. wie folgt formuliert werden:

> „If you want to design intervention X [for the purpose / function Yin context Z], then you are best advised to give that intervention the characteristics A, B and C [substantive emphasis], and to do that via the procedures K, L and M [procedural emphasis], because of arguments P, Q, and R“ (van den Acker, 1999, S. 9)[89].

[87] Prediger et al. (2012) nennen „Lokale Theorien zu gegenstandsspezifischen Lernprozessen über Verläufe und Hürden“ (ebd., S. 456) und „Lokale Theorien zu gegenstandsspezifischen Lernprozessen über Bedingungen und Wirkungsweisen“ (ebd., S. 456).

[88] Es muss selbstverständlich spezifiziert werden was ‚it’ ist (Collins et al., 2004).

[89] Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Prinzipien keine Erfolgsgarantie geben (van den Akker, 1999). Vielmehr geben Sie Ansatzpunkte, wie man den Erfolg einer Implementation erhöhen kann (ebd.).

7.2.4 Vergleich mit anderen forschungsmethodologischen Ansätzen und Probleme des Design-Based Research-Ansatzes

In diesem Abschnitt wird zunächst der DBR-Ansatz knapp mit anderen Forschungsansätzen verglichen. Dabei liegt der Fokus auf dem Vergleich zu experimentellen Studien und der Evaluationsforschung, welche bereits im Abschnitt 7.1 erwähnt wurden. Vergleiche mit der Aktionsforschung, integrativen Forschungsansätzen, Teaching Research, Ethnografischen Studien, Large Scale Studien findet man teilweise z.B. bei Collins et al. (2004), Kohnen (2012) oder Kolbeck (2019).

Der prägendste Unterschied zwischen experimentellen Studien, der Evaluationsforschung und dem DBR ist sicherlich die zyklische Vorgehensweise beim DBR (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Fraefel, 2014; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger et al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Darüber hinaus gibt es jeweils bezogen auf die einzelnen Forschungsansätze individuelle Unterschiede: Experimentelle Studien zeichnen sich dadurch aus, dass möglichst alle Variablen kontrolliert werden (Kohnen, 2012; Plomp, 2010; Fraefel, 2014; Wilhelm & Hopf, 2014). Insbesondere wird immer nur eine Variable verändert (ebd.). In diesem Zusammenhang kritisieren Collins et al. (2004) jedoch, dass experimentelle Studien zwar eine hohe Effektivität in der Identifikation der Effektstärken einzelner Variablen haben, jedoch entscheidende Variablen vernachlässigen, welche den Erfolg einer Intervention beeinflussen (können). Entsprechend ist eine Variablenkontrolle beim DBR nicht möglich; aber auch nicht gewollt. Collins et al (2004) nennen ferner eine Reihe von weiteren Unterschieden zwischen experimentellen Studien und dem DBR: Lernumgebung vs. unkontrollierbare Lernumgebung; feste Vorgehensweise vs. flexible Design-Überarbeitung; häufig soziale Isolation der Teilnehmerinnen und Teilnehmer vs. soziale Interaktion; Experimentleiter entscheidet über alles vs. Menschen aus verschiedenen Bereichen bzw. Menschen mit verschiedenen Expertisen entscheiden gemeinsam (ebd.). Entsprechend zeigt sich, dass es eine Reihe von Unterschieden zwischen experimentellen Studien und DBR gibt. Diese Unterschiede sollen dabei helfen nicht nur fachdidaktische Erkenntnisse zu gewinnen, sondern auch einen direkten schulischen Nutzen zu gewährleisten (vgl. Stokes-Quadrant aus Abschnitt 7.1).

DBR hat eher Gemeinsamkeiten mit der Evaluationsforschung, als mit experimentellen Studien (Reinmann, 2017). Gleichzeitig gibt es auch hier Unterschiede: Die Evaluationsforschung will bestehende Konzepte evaluieren und sie nicht erst (in mehreren Zyklen) nach und nach entwickeln (Kohnen, 2012). Insbesondere ist die Entwicklung bei der Evaluationsforschung vorgelagert (Reinmann, 2017). DBR „praktiziert [...] keine auf allgemeingültige Aussagen abzielende Wirkungsforschung bei der Implementierung von Interventionen, sondern geht der Frage nach, wie gut das im Fokus stehende Problem gelöst oder die anvisierte Herausforderung bewältigen kann“ (ebd., S. 52). Entsprechend gibt es auch eine Reihe von Unterschieden zwischen der Evaluationsforschung und dem DBR. Diese Unterschiede sollen dabei helfen, verstärkt fachdidaktische Erkenntnisse zu gewinnen (vgl. Stokes-Quadrant aus Abschnitt 7.1).

Gleichzeitig weist auch der DBR-Ansatz Schwierigkeiten bzw. Probleme auf. Beispielsweise führt die fehlende Variablenkontrolle zu Kritik (Plomp, 2010). Entsprechend ist auch die Beschreibung von Ursache und Wirkung, wie sie von Bresges

(2018) gefordert wird, schwierig (Rohrbach-Lochner, 2019 nach Kolbeck, 2019). Um trotzdem die Möglichkeit zu erhalten (lokale) Theorien aufzustellen, wird beim DBR im Sinne eines Mixed-Methods-Ansatzes eine große Menge an Daten erhoben (Wilhelm & Hopf; Kolbeck, 2019), was nur von großen Forschergruppen leistbar ist (van den Acker, 1999). Entsprechend gilt es die Datenmengen zu reduzieren (Collins et al., 2004). Die Auswahl entsprechender Erhebungsinstrumente und Variablen sollte daher begründet und reflektiert werden (Rott, 2018). Darüber hinaus nennen Collins et al. (2004) Schwierigkeiten des DBR, die sich allgemein aus der Komplexität der Schulrealität ergeben. Auch stellt sich das Problem der Generalisierbarkeit der DBR-Erkenntnisse (van den Akker, 1999; Collins et al., 2004).[90]

[90] Weitere Probleme des DBR findet man bei z.B. Plomp (2010), Rott (2018) und Kolbeck (2019).

8 Framing-Phase

8.1 Probleme in der Praxis identifizieren

Wie bereits mehrfach in dieser Arbeit erwähnt wurde, stellen inklusive Lerngruppen Lehrkräfte vor große Herausforderungen (z.B. Forlin et al, 2008a) und folglich existieren eine Reihe von Schwierigkeiten bzw. Probleme in der alltäglichen Schulpraxis. In diesem Zusammenhang erleben Lehrkräfte vor allem Schülerinnen und Schüler mit Gefühls- und Verhaltensstörungen als besonders herausfordernd bzw. belastend (Avramidis & Norwich, 2002; Jenkins & O'Conner, 2003; Lindsay, 2007; Myschker, 2009; Meijer, 2010; Reicher, 2010a; Ahrbeck, 2017; Blumenthal et al., 2017; für den naturwissenschaftlichen Unterricht siehe Pepperling, 2017). Bezogen auf diese Lernenden, aber auch auf alle anderen Schülerinnen und Schüler wurde in den Abschnitten 3.5.1 bis 3.5.3 bereits die praktische Relevanz der gemeinsamen Förderung von sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit und den Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen in der Orientierungsstufe ausführlich erläutert. Entsprechend ist es das praktische Ziel dieses DBR-Forschungsprojekts die Entwicklung einer Lernumgebung, welche die duale Förderung von Entwicklungsanliegen (soziale Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit) und Fachanliegen ermöglicht.

8.2 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche wurde – ähnlich wie z.B. bei Rott (2018) – zu Beginn dieser Arbeit präsentiert. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Theorie in seiner Gänze erst im 2. Re-Design (gemeinsam mit den gewonnenen Erkenntnissen) Berücksichtigung fand.

Während der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Lernumgebung wurden, die in den folgenden Kapiteln präsentierten, theoretischen Grundlagen schrittweise in den DBR-Zyklus integriert.

Bei der Vorstellung des Designs bzw. der Re-Designs wird jeweils tabellarisch dargestellt, welche theoretischen Aspekte bei der Erstellung berücksichtigt wurden.

8.3 Übergeordnete Forschungsfragen und Ziele

Ausgehend von der praktischen Problemstellung und der Literaturrecherche ergeben sich die folgenden übergeordneten Forschungsfragen. Dabei wird zwischen einem praktischen Output (vgl. Tabelle 19) und einem theoretischen Output (vgl. Tabelle 20) unterschieden.

Differenziertere Forschungsfragen für die einzelnen Mesozyklen findet man in den Abschnitten 9.1.1, 9.3.1 und 9.5.1.

Praktischer Output
Entwicklung einer Lernumgebung zur dualen Förderung von Entwicklungsanliegen (soziale Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit) und Fachanliegen zur elementaren Optik.

Tabelle 19: Praktischer Output im Forschungsvorhaben.

Theoretischer Output	
Wie muss eine Lernumgebung für den inklusiven Physikunterricht gestaltet sein, damit sie im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung zu einer Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen und der Kooperationsfähigkeit, Selbstständigkeit und sozialen Integration führt? Dies beinhaltet:	
Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen	
1a	Welche Präkonzepte liegen am Anfang einer Unterrichtsreihe im inklusiven Physikunterricht zu den Inhalten der elementaren Optik vor?
1b	Wie verändern sich die Vorstellungen der Lernenden zu den Inhalten der elementaren Optik durch die Lernumgebung?
1c	Wie wirkt sich die Lernumgebung auf den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen zu den Inhalten der elementaren Optik aus?
Förderung von Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit der Lernenden	
2a	Lässt sich in der Lernumgebung neben dem Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung auch die Kooperationsfähigkeit (inklusive der Hilfsbereitschaft) der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen fördern?
2b	Lässt sich in der Lernumgebung neben dem Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung auch die Selbstständigkeit der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen fördern?
Förderung von sozialer Integration der Lernenden	
3a	Lässt sich durch die Lernumgebung die Akzeptanz von Lernenden (mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen) verbessern?
3b	Lässt sich durch die Lernumgebung die empfundene soziale Integration von Schülerinnen und Schüler (mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen) verbessern?
3c	Lässt sich eine Lernumgebung entwickeln, bei der Lernende die eigentlich nicht miteinander arbeiten möchten, in hohem Maße in Kontakt zueinander sind?

Tabelle 20: Theoretischer Output und übergeordnete Forschungsfragen.

9 Das Design-Experiment

In diesem Kapitel wird das Design-Experiment mit seinen einzelnen Mesozyklen beschrieben. Dabei bestand das Design-Experiment aus insgesamt drei Mesozyklen, die im Schuljahr 2016/2017 (Mesozyklus 1), 2017/2018 (Mesozyklus 2) und 2018/2019 (Mesozyklus 3) durchgeführt wurden. Jeder Mesozyklus wiederum bestand aus den vier Phasen Synthese und Vorbereitung, Design bzw. Re-Design, Implementation und Datenanalyse und Reflexion (vgl. auch Rott & Marohn, 2016; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Die einzelnen Phasen im Design-Experiment werden in Abbildung 13 durch weiße Rechtecke (mit schwarzer Umrandung) dargestellt. Das zyklische Vorgehen wird durch die schwarzen Pfeile symbolisiert.

Analog zu Reinmann (2017) hat sich bei der Durchführung gezeigt, das Design-Experimente nicht notwendigerweise immer linear verlaufen und gegebenenfalls Umwege bzw. zusätzliche Erhebungen erfordern. Weil die gewonnenen Erkenntnisse es notwendig machten, wurden zwischen den Mesozyklen 1 und 2 bzw. 2 und 3 jeweils noch zusätzliche Zusatzerhebungen durchgeführt. Der Grund hierfür liegt in den fehlenden physik- bzw. fachdidaktischen Erkenntnissen zu diesen Bereichen. Diese zusätzlichen Erhebungen sind in Abbildung 13 durch die grauen Kästen dargestellt. Die in diesen Erhebungen gewonnenen Erkenntnisse hatten zusätzlich einen Einfluss auf die Entwicklung des jeweiligen Re-Designs.

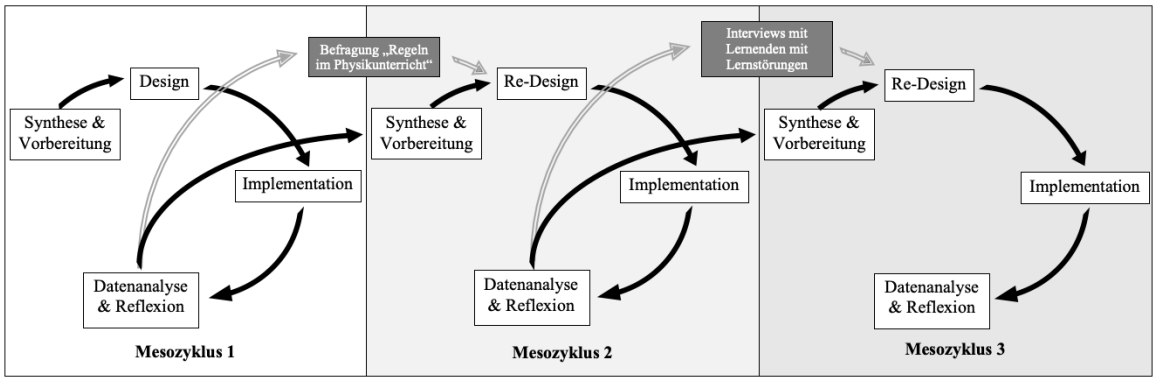


Abbildung 13: Allgemeine Darstellung des durchgeführten Design-Experiments in Anlehnung an Fraefel (2014).

Die Struktur der Beschreibung der einzelnen Mesozyklen in dieser Arbeit orientiert sich an den Phasen Synthese und Vorbereitung, Design bzw. Re-Design, Implementation und Datenanalyse und Reflexion[91] (vgl. auch Rott & Marohn, 2016; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019) und unterscheidet sich entsprechend von der typischen Struktur eines Forschungsberichts (vgl. auch Collins et al., 2004). Dabei wurde die hier genutzte Struktur gewählt damit die Leserin bzw. der Leser den Ablauf des Design-Projekts bzw. die einzelnen Phasen besser nachvollziehen kann.

[91] Zur Wahrung der Übersichtlichkeit werden die Aspekte Datenanalyse und Reflexion in einzelnen Abschnitten beschrieben.

9.1 Mesozyklus 1

9.1.1 Synthese und Vorbereitung

Ziel der Phase Synthese und Vorbereitung ist die Klärung der Rahmenbedingungen und insbesondere die Festlegung von für den Mesozyklus zentralen Forschungsfragen bzw. Zielen. Die Lernumgebung wurde für Schülerinnen und Schüler in inklusiven Lerngruppen der Orientierungsstufe im Physik- und NW-Unterricht entwickelt. Nach Prediger et al. (2012) ist es in den ersten Mesozyklen beim DBR häufig das Ziel zu evaluieren,

> „inwieweit die vorgenommene Strukturierung überhaupt tragfähig ist und ob die entwickelten Aufgabenstellungen von den Lernenden verstanden werden, ob sie die bereit gestellten Materialien wie intendiert bearbeiten oder welche Interaktionen zwischen den Lernenden ausgelöst werden“ (ebd., S. 455).

Dabei wird einerseits quantitativ überprüft, inwiefern sich das Lern- und Sozialverhalten, sowie die soziale Integration im Rahmen der Lernumgebung fördern lässt. Gleichzeitig gilt es über Problemanalysen (Edelson, 2002) Schwierigkeiten des Designs im Hinblick auf das Lern- und Arbeitsverhalten zu ermitteln und diese für die Weiterentwicklung zu Beginn des 2. Mesozyklus produktiv zu nutzen.

Dementsprechend sollen im 1. Mesozyklus folgende Fragestellungen untersucht werden:

Förderung des Sozialverhaltens und der sozialen Integration	
M1.S1	Inwiefern lässt sich die Kooperationsfähigkeit der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (in der Lernumgebung) fördern?
M1.S2.A	Inwiefern lässt sich das Einfühlungsvermögen bzw. die Hilfsbereitschaft der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (in der Lernumgebung) fördern?
M1.S2.B	Wie beschreiben die Lehrkräfte die Gruppenarbeit im Hinblick auf die Hilfsbereitschaft der Lernenden?
M1.S3	Inwiefern lässt sich ein angemessener Sozialkontakt der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (in der Lernumgebung) fördern?
M1.S4.A	Haben die 20% der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss?
M1.S4.B	Inwiefern lässt sich die Akzeptanz von Schülerinnen und Schülern (in der Lernumgebung) verbessern?
M1.S4.C	Wie beschreiben die Lehrkräfte die soziale Integration der Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung? Welche Gründe werden für den (Nicht-)Ausschluss genannt?
Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens	
M1.L1.A	Inwiefern lässt sich das konzentrierte Arbeiten der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (in der Lernumgebung) fördern?
M1.L1.B	Wie beschreiben die Lehrkräfte das Arbeitsverhalten in der Lernumgebung? Hierbei liegt der Fokus auf dem konzentrierten Arbeiten. Welche Schwierigkeiten bezogen auf das (konzentrierte) Arbeiten erleben die Lehrkräfte in der Lernumgebung?

M1.L2	Inwiefern lässt sich die Ausdauer beim Lernen der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (in der Lernumgebung) fördern?
M1.L3.A	Inwiefern lässt sich die Selbstständigkeit beim Lernen der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (in der Lernumgebung) fördern?
M1.L3.B	Welche Erfahrungen machen die Lehrkräfte mit dem Hilfesystem in Form von gestuften Lernhilfen? Ein Fokus liegt hierbei auf der Selbstständigkeit der Lernenden. Welche Probleme und Verbesserungsvorschläge zum Hilfesystem nennen die Lehrkräfte aus ihrer Erfahrung heraus?

Tabelle 21: Übersichtliche Darstellung der Fragestellungen für den 1. Mesozyklus.

Fragestellungen, die quantitativ untersucht werden sollen, sind grau hinterlegt. Die übrigen Fragestellungen werden qualitativ evaluiert. Im Folgenden werden darüber hinaus die Forschungshypothesen für die quantitativen Forschungsfragen angegeben:

Hypothesen zur Förderung des Sozialverhaltens und der sozialen Integration	
M1.S1	Die Kooperationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese [92] H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M1.S2.A	Das Einfühlungsvermögen und die Hilfsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M1.S3	Der Sozialkontakt der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M1.S4.A	Die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) erhalten signifikant weniger Wahlen und signifikant mehr Ablehnungen im Pre-Test als die übrigen Lernende (G-80%). Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%} \geq M_{G-80\%}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%} < M_{G-80\%}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%} \leq M_{G-80\%}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%} > M_{G-80\%}$
M1.S4.B	Die Schülerinnen und Schüler erhalten im Post-Test signifikant mehr Wahlen und signifikant weniger Ablehnungen als im Pre-Test. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend. Für alle Lernenden Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{alle,post} \leq M_{alle,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{alle,post} > M_{alle,pre}$

[92] M steht für den Mittelwert.

	Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{alle,post} \geq M_{alle,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{alle,post} < M_{alle,pre}$ Für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten extern. Verhaltensweisen (20%): Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \geq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} < M_{G-20\%,pre}$ Für die übrigen Lernenden (80%) Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{G-80\%,post} \leq M_{G-80\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-80\%,post} > M_{G-80\%,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{G-80\%,post} \geq M_{G-80\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-80\%,post} < M_{G-80\%,pre}$ Die Hypothesen gelten jeweils für die Frage nach dem Sitznachbarn und dem Experimentierpartner!
Hypothesen zur Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens	
M1.L1.A	Die Konzentration der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M1.L2	Die Ausdauer der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M1.L3.A	Die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$

Tabelle 22: Hypothesen zu den quantitativen Forschungsfragen.

9.1.2 Design

Bei der Entwicklung eines (ersten) Designs im DBR-Zyklus stehen nach Prediger et al. (2012) die beiden folgenden Aspekte im Vordergrund: „

- Welche Lernaktivitäten sollen nach welchen Design-Prinzipien mit welchen Aufgabenstellungen für welche Ziele initiiert werden?
- Mit welchen Lehr-Lernmitteln können die Prozesse unterstützt werden?“ (ebd., S. 454)

Dabei sind Lernaktivitäten nicht nur bezogen auf die Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, sondern auch bezogen auf die Förderung der sozialen Integration, der Kooperationsfähigkeit und der Selbständigkeit zu verstehen. Eine übersichtliche Darstellung über die theoretischen Bezüge unter Berücksichtigung dieser beiden Fragestellungen zeigt Tabelle 23. Man beachte, dass diese Tabelle nur einen Teil der in

Tabelle 17 genannten Aspekte berücksichtigt. Die übrigen in dieser Tabelle genannten Aspekte sind erst nach und nach in die Re-Designs eingeflossen (vgl. auch Abschnitt 6).

Die von Prediger et al. (2012) genannte Frage „Wie können typische Hürden auf den Lernpfaden der Schülerinnen und Schüler umgangen oder überwunden werden?“ (ebd., S. 454) wird aufgrund von fehlender Literatur zum inklusiven Physikunterricht erst ab dem Re-Design (vgl. Abschnitt 9.3) verstärkt berücksichtigt.

	Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperations-fähigkeit	Selbstständigkeit
Team-Kleingruppen-Modell	✓ Schlömerkemper, 1987	✓ Schlömerkemper, 1987	(✓) Schlömerkemper, 1987	✓ Schulz-Wensky, 1996
Kontakttheorie und SULKI-Modell	✗	✓ Pettigrew & Tropp, 2006	✗	✗
Präkonzepte berücksichtigen	✓ Wodzinski, 2013	✗	✗	✗
Scaffolding durch gestufte Lernhilfen	✓ Wodzinski, 2013	(✓) Wodzinski, 2013	✓ Franke-Braun, 2008	✓ Wodzinski, 2013
(Sprachsensibler (Physik-)Unterricht)	✓ Leisen, 2019	✗	✗	✓ Bergelt et al., 2016
Kontextorientierter Unterricht	✓ Bennett et al. (2007)	✗	✗	✗
Schülerexperimente	✓ Welzel et al., 1998	✗	✓ Welzel et al., 1998	✗
Unterstütztes Forschendes Lernen	✓ Furtak et al., 2009	(✓) Abels, 2014	✓ Furtak et al., 2009	✓ Abels, 2015b
(Nutzung von digitalen Medien)	✓ Hillmayr et al., 2017	✗	(✓) Hillmayr et al., 2017	✓ Hillmayr et al., 2017

Tabelle 23: Zusammenfassung der im 1. Mesozyklus berücksichtigten theoretischen Aspekte im Hinblick auf die gemeinsame Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit.

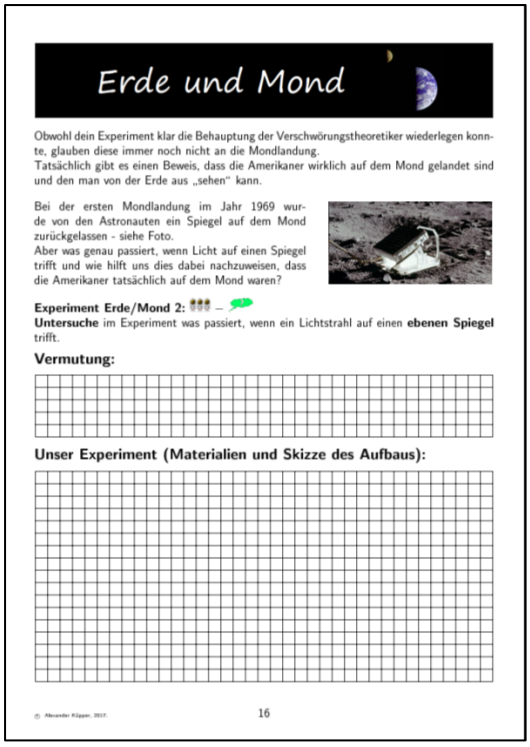
9.1.2.1 Allgemeine Beschreibung der Lernumgebung

In der entwickelten Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* arbeiten die Schülerinnen und Schüler im Sinne des Team-Kleingruppen-Modells in von den Lehrkräften heterogen eingeteilten Kleingruppen (Schlömerkemper; 1987; Schulz-Wensky, 1996) über einen Zeitraum von 12 bis 14 Unterrichtsstunden ähnlich wie in einer Lernzeit (vgl. z.B. Schweder, 2014) an einem für die Lernumgebung entwickelten Arbeitsheft. Dabei wird die Kleingruppe, die für den gesamten Zeitraum der Implementation identisch bleibt, „als [permanenter] Interaktionsrahmen für die SchülerInnen“ (Keim, 1996b, S. 23) aufgefasst, wobei sich die Lernenden gegenseitig unterstützen sollen. Auch bei sozialen Schwierigkeiten und Problemen in der Kleingruppe

ist kein Gruppenwechsel vorgesehen (Schulz-Wensky, 1996). Die Lehrkraft fungiert als Lernbegleiter und unterstützt die Lernenden, wenn Fragen nicht innerhalb der Gruppe bzw. durch die gestuften Lernhilfen gelöst werden können bzw. bespricht mit den Kleingruppen die gewonnenen Erkenntnisse. Strukturiert wird die Lernumgebung durch ein Arbeitsheft. In diesem Arbeitsheft befinden sich sowohl die sprachlich einfach formulierten Problemstellungen, die experimentell gelöst werden sollen, sowie die sprachlich einfach formulierten Aufgaben zur Sicherung und Anwendung des Gelernten. Exemplarisch zeigen die Abbildungen (Abbildung 14 bis Abbildung 17) zur Verdeutlichung die Problemstellung, sowie Übungs- und Anwendungsaufgaben zum Inhalt *Reflexion am ebenen Spiegel*. Im Anschluss an eine kurze Einleitung im jeweiligen Teilkontext (in diesem Fall der Teilkontext Mondlandung) erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Problemstellung. Diese Problemstellung wird im Sinne des Forschenden Lernens (z.B. Bonnstetter, 1998; vgl. auch Abschnitt 5.7.2) von den Lernenden gelöst (vgl. auch Abschnitte 9.1.2.5). Dabei soll das Experiment mit der gesamten Kleingruppe bearbeitet werden, wobei die Strukturierung des Experiments durch die Vorlage eines Versuchsprotokolls, bestehend aus den Phasen *Vermutung*, *Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus)*, *Durchführung*, *Beobachtung* und *Deutung*, strukturiert wird. Anschließend folgen verschiedene Aufgaben: Bei *Aufgabe Erde/Mond 4* handelt es sich um eine Aufgabe zur Sicherung des erworbenen Wissens zur Reflexion bei einem ebenen Spiegel – unabhängig vom Erwerbskontext. *Aufgabe Erde/Mond 5* führt die Lernenden im Anschluss wieder in den Erwerbskontext zurück und sie beschäftigen sich mit dem *Lunar Laser Ranging* (Bender et al., 1973). Dabei wird zunächst angenommen, dass sich auf dem Mond ein ebener Spiegel befindet. Die Lernenden wenden das erworbene Wissen an und skizzieren für verschiedene, von der Erde ausgesendete, *Lichtstrahlen* den weiteren Verlauf, nachdem sie auf den Spiegel auf dem Mond getroffen sind (vgl. Aufgabenteil (a)). In Aufgabenteil (b) setzen sie sich kritisch damit auseinander, ob sich tatsächlich ein ebener Spiegel auf dem Mond befinden kann. Dies ist nicht möglich, weil in zwei der drei Fälle das Licht unter Annahme eines ebenen Spiegels nicht wieder zur Erde zurückkehren würde. Es folgen zwei Tempoaufgaben. Während sich eine der beiden Tempoaufgaben erneut mit dem *Lunar Laser Ranging*, diesmal jedoch mit einem Winkelspiegel, beschäftigt und entsprechend im Erwerbskontext bleibt, thematisiert die zweite Tempoaufgabe die Sichtbarkeit der Internationalen Raumstation (ISS) am Nachthimmel. Einen ähnlichen Aufbau findet man für alle Inhalte, die im Kernlehrplan (MSB, 2013) in diesem Inhaltsfeld genannt wurden (vgl. auch Abschnitt 5.1), im Arbeitsheft. Leichte Abweichungen sind jedoch, je nach Inhalt, möglich.

9.1.2.2 Der Rahmenkontext „Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus“

Der Rahmenkontext bzw. die Rahmengeschichte wurde bereits bei Küpper et al. (2018b) beschrieben und begründet. Er wird daher an dieser Stelle nur knapp präsentiert. Wie bereits in Abschnitt 5.6 beschrieben wurde, zeichnen sich astronomische Kontexte auf Seite der Lernenden durch ein hohes Interesse aus (Hoffmann & Lehrke, 1985; Holstermann & Bögeholz, 2007; Elster, 2008; Sjoberg & Schreiber, 2010) und sind insbesondere interessanter als die Kontextdimension *Licht und Strahlung* (Elster, 2008), wobei es inhaltlich weitreichende Überschneidungen zwischen den im Kernlehrplan genannten Inhalten bzw. Kompetenzen und der Astronomie gibt. Insbesondere gibt es Zusammenhänge der Inhalte mit den Teilkontexten *Sterne, Planeten und das Universum* (Elster, 2008) und *Existenz von außerirdischem Leben* (ebd.).



Erde und Mond

Obwohl dein Experiment klar die Behauptung der Verschwörungstheoretiker wiederlegen konnte, glauben diese immer noch nicht an die Mondlandung.
Tatsächlich gibt es einen Beweis, dass die Amerikaner wirklich auf dem Mond gelandet sind und den man von der Erde aus „sehen" kann.

Bei der ersten Mondlandung im Jahr 1969 wurde von den Astronauten ein Spiegel auf dem Mond zurückgelassen - siehe Foto.
Aber was genau passiert, wenn Licht auf einen Spiegel trifft und wie hilft uns dies dabei nachzuweisen, dass die Amerikaner tatsächlich auf dem Mond waren?

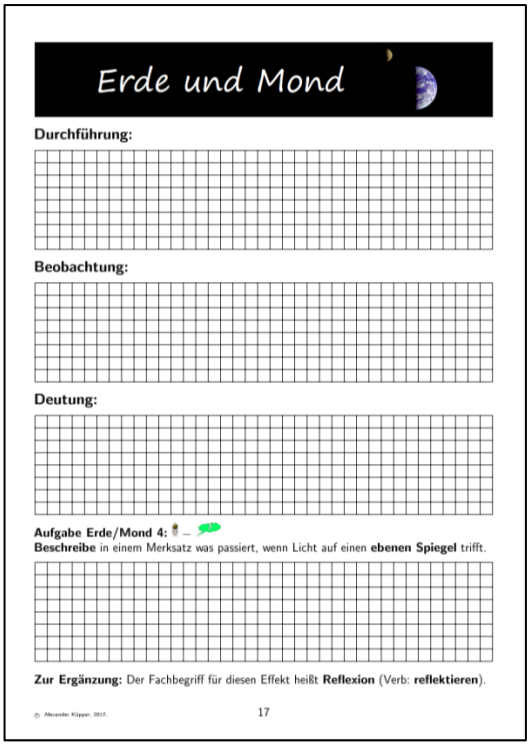
Experiment Erde/Mond 2: –
Untersuche im Experiment was passiert, wenn ein Lichtstrahl auf einen **ebenen Spiegel** trifft.

Vermutung:

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

16

Abbildung 14: Beispielseite Reflexion 1.[93]



Erde und Mond

Durchführung:

Beobachtung:

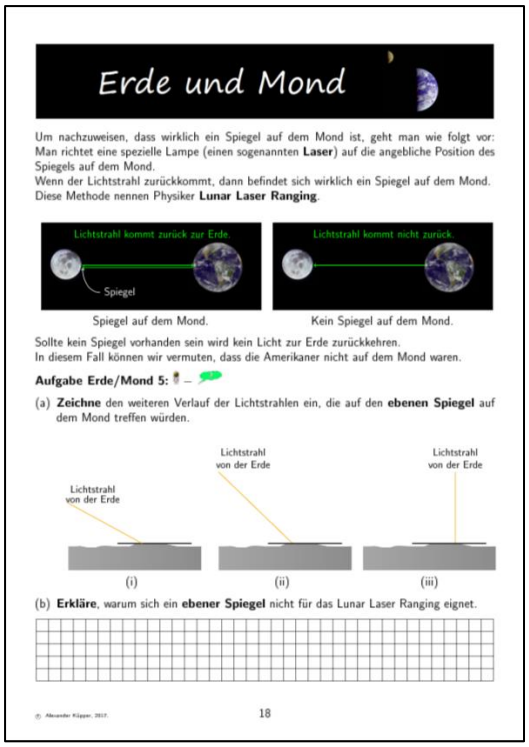
Deutung:

Aufgabe Erde/Mond 4: –
Beschreibe in einem Merksatz was passiert, wenn Licht auf einen **ebenen Spiegel** trifft.

Zur Ergänzung: Der Fachbegriff für diesen Effekt heißt **Reflexion** (Verb: **reflektieren**).

17

Abbildung 15: Beispielseite Reflexion 2.[94]



Erde und Mond

Um nachzuweisen, dass wirklich ein Spiegel auf dem Mond ist, geht man wie folgt vor: Man richtet eine spezielle Lampe (einen sogenannten **Laser**) auf die angebliche Position des Spiegels auf dem Mond.
Wenn der Lichtstrahl zurückkommt, dann befindet sich wirklich ein Spiegel auf dem Mond.
Diese Methode nennen Physiker **Lunar Laser Ranging**.

Lichtstrahl kommt zurück zur Erde.
Spiegel
Spiegel auf dem Mond.

Lichtstrahl kommt nicht zurück.
Kein Spiegel auf dem Mond.

Sollte kein Spiegel vorhanden sein wird kein Licht zur Erde zurückkehren.
In diesem Fall können wir vermuten, dass die Amerikaner nicht auf dem Mond waren.

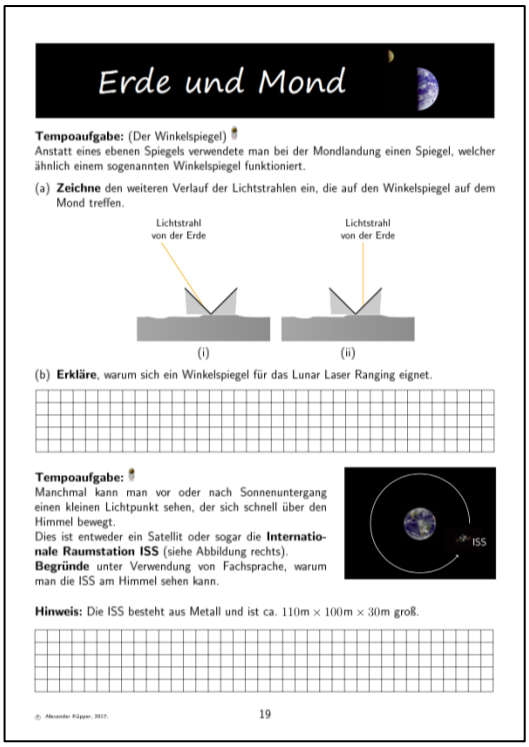
Aufgabe Erde/Mond 5: –
(a) **Zeichne** den weiteren Verlauf der Lichtstrahlen ein, die auf den **ebenen Spiegel** auf dem Mond treffen würden.

Lichtstrahl von der Erde
Lichtstrahl von der Erde
Lichtstrahl von der Erde
(i) (ii) (iii)

(b) **Erkläre**, warum sich ein **ebener Spiegel** nicht für das Lunar Laser Ranging eignet.

18

Abbildung 16: Beispielseite Reflexion 3.[95]



Erde und Mond

Tempoaufgabe: (Der Winkelspiegel)
Anstatt eines ebenen Spiegels verwendete man bei der Mondlandung einen Spiegel, welcher ähnlich einem sogenannten Winkelspiegel funktioniert.

(a) **Zeichne** den weiteren Verlauf der Lichtstrahlen ein, die auf den Winkelspiegel auf dem Mond treffen.

Lichtstrahl von der Erde
Lichtstrahl von der Erde
(i) (ii)

(b) **Erkläre**, warum sich ein Winkelspiegel für das Lunar Laser Ranging eignet.

Tempoaufgabe:
Manchmal kann man vor oder nach Sonnenuntergang einen kleinen Lichtpunkt sehen, der sich schnell über den Himmel bewegt.
Dies ist entweder ein Satellit oder sogar die **Internationale Raumstation ISS** (siehe Abbildung rechts).
Begründe unter Verwendung von Fachsprache, warum man die ISS am Himmel sehen kann.

ISS

Hinweis: Die ISS besteht aus Metall und ist ca. $110\text{m} \times 100\text{m} \times 30\text{m}$ groß.

19

Abbildung 17: Beispielseite Reflexion 4.[96]

[93] Bildquellen: Erde/Mond in Überschrift (NASA), Reflektor auf dem Mond (NASA), Astronaut (Clippanda.com).
[94] Bildquellen: Erde/Mond in Überschrift (NASA), Astronaut (Clippanda.com).
[95] Bildquellen: Erde/Mond in Überschrift (NASA), Erde (NASA/NOAA/GOES Project), Mond (NASA), Astronaut (Clippanda.com).
[96] Bildquellen: Erde/Mond in Überschrift (NASA), Erde (NASA/NOAA/GOES Project), ISS (NASA), Astronaut (Clippanda.com).

Beide Teilkontexte zeichnen sich durch ein hohes Interesse von Mädchen und Jungen aus (ebd.). Ferner wird im Rahmen der Lernumgebung der Teilkontext *Mondlandung* (ebd.) genutzt, welche sich durch ein höheres Interesse auf Seite der Jungen auszeichnet (ebd.).

Ausgehend von diesen Teilkontexten und den im Kernlehrplan (MSB, 2013) genannten Inhalten, wurde der Rahmenkontext *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* entwickelt (vgl. Küpper et al., 2018b), welcher in Tabelle 24 in Anlehnung an die Grundstruktur von Muckenfuß (1995) dargestellt ist.

In der Lernumgebung bzw. im Sinne des Rahmentextes gehen die Schülerinnen und Schüler auf eine fiktive Reise durch unser Sonnensystem von der Sonne bis hin zu den äußeren Planten. Darüber hinaus *verlassen* die Lernenden auf ihrer fiktiven Reise unser Sonnensystem und gehen auf die Suche nach Exoplaneten: Am Start ihrer Reise, in der Nähe der Sonne, beschäftigen sich die Lernenden zunächst damit was Licht ist bzw. ob es sichtbar ist und wie es sich ausbreitet. In der Nähe der Planeten Merkur und Venus bearbeiten die Lernenden die Problemstellung, warum man Planeten sehen kann, obwohl sie nicht von selbst leuchten.

Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus.			
Teilkontexte	Kontextbezogene Inhalte	Sachstrukturelle Inhalte	Anwendungen
Sterne, Planeten und das Universum	Die Sonne als Lichtquelle.	Eigenschaften von Licht („Licht breitet sich geradlinig aus“, „Licht ist (un)sichtbar“).	
	Warum sieht man Merkur und Venus am Himmel, obwohl sie nicht von selber leuchten?	Sehvorgang, Selbstleuchter und beleuchtete Gegenstände.	Anwendung auf Saturn und Uranus.
	Tag und Nacht auf der Erde.	Die Entstehung von Tag und Nacht.	
	Auf der Erde sichtbare Schattenphänomene im Weltall.	Mondphasen, Sonnen- und Mondfinsternis.	Anwendungen auf Mars und Jupiter.
	Aussehen des Saturnmondes *Iapetus.*	Absorption und Streuung.	Anwendungen auf Uranus.
Die erste Mondlandung bzw. die Geschichte der Raumfahrt	Verschwörungstheorie zur Mondlandung Schatten dürfen nicht zusammenlaufen. Nachweis mit Hilfe eines Spiegels, dass Menschheit auf dem Mond war.	 Schatten. Reflexion.	
Die Existenz von außerirdischem Leben		„Sonnenfinsternis“.	Anwendung zur Transitmethode.

Tabelle 24: Rahmenkonzept der Lernumgebung „Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus“ nach einer Grundstruktur von Muckenfuß (1995); entnommen aus Küpper et al. (2018b).

Die meisten Problemstellungen werden im System Erde/Mond behandelt. Zunächst beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Mondlandung und

Verschwörungstheorien. In diesem Zusammenhang werden Schatten, sowie die Reflexion am ebenen Spiegel thematisiert. Darüber hinaus werden am System Erde/Mond die Phänomene Tag und Nacht, Sonnenfinsternis und Mondfinsternis, sowie die Mondphasen erarbeitet. Anschließend geht die fiktive Reise weiter zu den Planeten Mars und Jupiter. Hier werden die gewonnenen Erkenntnisse zu Finsternissen und Mondphasen weiter vertieft bzw. angewendet. Am Saturn bzw. dem Saturnmond *Iapteus* werden die Inhalte Streuung und Absorption erarbeitet. Dieser Mond zeichnet sich durch eine Albedodichotomie aus (Denk, 2010). Folglich ist die Begründung für das unterschiedliche Aussehen der beiden Seiten des Saturnmondes eine unterschiedliche Bodenbeschaffenheit und entsprechend unterschiedliche Bodeneigenschaften im Hinblick auf Streuung und Absorption (Cassini, 1677; Denk, 2010).

An den Planeten Uranus und Neptun werden die gewonnenen Erkenntnisse zur Absorption und Streuung angewendet.

Zum Schluss verlassen die Schülerinnen und Schüler auf ihrer Reise unser Sonnensystem und wenden die zur Sonnenfinsternis erworbenen Kenntnisse auf die Suche nach extrasolaren Planeten mit der sogenannten Transitmethode an.

9.1.2.3 Differenzierung in der Lernumgebung – gestufte Lernhilfen, Aufgaben auf unterschiedlichen Anforderungsniveaus und Tempoaufgaben

Die gestuften Lernhilfen im 1. Mesozyklus wurden bereits bei Küpper et al. (2020b) beschrieben. Sie werden daher an dieser Stelle nur knapp rezipiert.

In Anlehnung an Franke-Braun (2008), Stäudel und Wodzinski (2010) bzw. Wodzinski (2013) wurden gestufte Lernhilfen bestehend aus Fragekarten und Antwortkarten für die Lernumgebung entwickelt, mit dem Ziel der Heterogenität der Lerngruppen zu begegnen und gleichzeitig die Selbstständigkeit der Lernenden zu fördern (vgl. Abschnitt 3.5.3). Bei den Fragekarten wurde eine Mischung inhaltlicher Impulse (Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013) und lernstrategischer Hilfen, „die Lernenden dabei [unterstützen] das gestellte Problem richtig zu erfassen und zu strukturieren“ (Franke-Braun, 2008, S. 72), genutzt. Inhaltliche Impulse dagegen dienen „in erster Linie der Aktivierung von Vorwissen, die Antworten dazu dem Ausgleich von Wissenslücken und der Ausführung des zugrunde liegenden Gedankens im Bearbeitungsprozess“ (ebd., S. 72).

Jeweils bei der letzten Antwortkarte handelt es sich um die Lösung der Aufgabenstellung. Auf diese Weise lassen sich schwächere Schülerinnen und Schüler zusätzlich unterstützen und gleichzeitig dienen sie als Kontrollmöglichkeit für stärkere Lernende (Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013).

Es wurden sowohl Hilfen für die Aufgabenstellungen als auch für die Experimente bzw. die einzelnen experimentellen Phasen erstellt. Wo es möglich war wurden Bilder in die gestuften Hilfen integriert.

Aufgrund der hohen Anzahl an Aufgaben und Experimenten im Arbeitsheft wurden keine einzelnen Karteikarten bzw. speziell gefaltete Blätter (Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013) bzw. Briefumschläge mit den gestuften Lernhilfen (Arnold et al., 2017) verwendet. Vielmehr wurden den Lehrkräften zwei verschiedene Systeme zur Verfügung gestellt, wobei sie auswählen konnten, welches System in ihrer Lerngruppe verwendet wird.

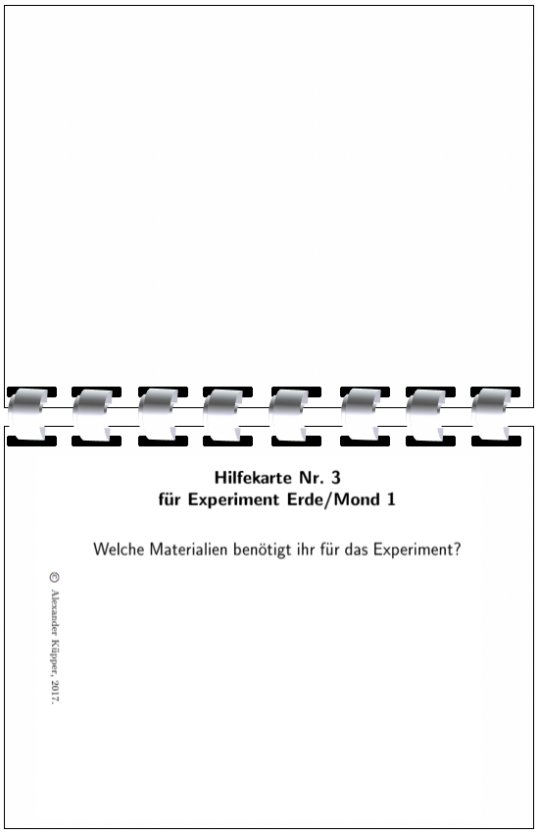


Abbildung 18: Exemplarische Hilfekarte im Ringbuch.

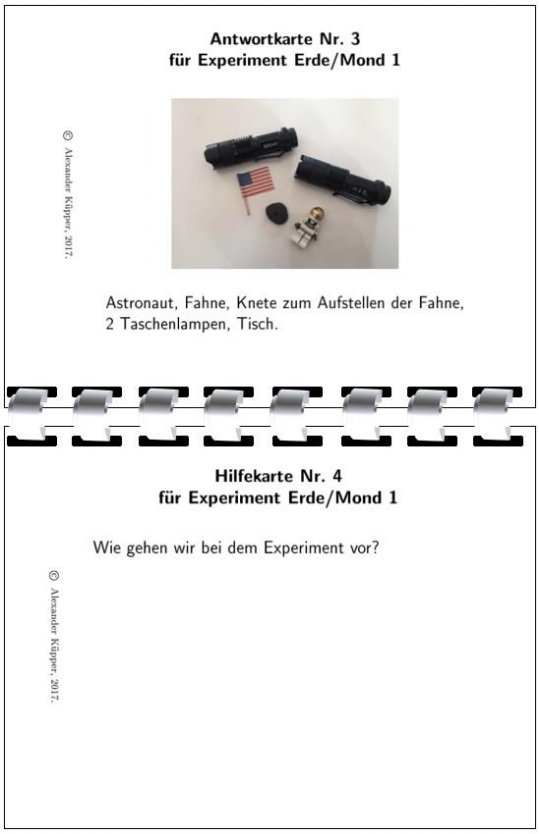


Abbildung 19: Exemplarische Antwortkarte (oben) im Ringbuch.

Bei dem ersten System handelt es sich um Karteikarten mit der Frage auf der Vorderseite und der Antwort auf der Rückseite, welche bedingt durch die hohe Anzahl an Hilfen als Ringbuch gebunden wurden. Oben auf jeder Frage- bzw. Antwortkarte steht zur einfacheren Zuordnung immer die zugehörige Aufgabe und die Nummer der Frage- bzw. Antwortkarte (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 19). Es gibt sowohl gestufte Lernhilfen für die Aufgabenstellungen und die Experimente. Daher wurden insgesamt zwei Ringbücher erstellt – ein Ringbuch für die Hilfen zu den Aufgaben (mit weißem Hintergrund) und ein Ringbuch mit den Hilfen für die Experimente (mit farbigem Hintergrund). Bei dem zweiten System handelt es sich um ein iBook. Dieses iBook besteht aus den inhaltlich und sprachlich identischen Frage- und Antwortkarten, wobei man durch *Weiterwischen* zwischen den Frage- und Antwortkarten wechseln kann (Abbildung 20 und Abbildung 21). In diesem Fall befindet sich das digitale Hilfesystem somit im Stufenmodell nach Puentedura (2014) auf der Stufe der Substitution.

Neben den Aufgaben im Arbeitsheft und den gestuften Lernhilfen gibt es in einigen wenigen Fällen auch Aufgaben auf drei unterschiedlichen fachlichen Niveaus. Der unterschiedliche Schwierigkeitsgrad lässt sich an der unterschiedlichen Anzahl an gelben Sternen auf dem Arbeitsblatt erkennen. In der Regel wird der unterschiedliche Schwierigkeitsgrad durch eine unterschiedliche Offenheit der Aufgabenstellung (vgl. Leisen, 2016a) realisiert. In Abbildung 22 bis Abbildung 24 wurden exemplarisch die drei Niveaustufen einer Aufgabenstellung dargestellt. Während den Lernenden in der leichten Version (1 gelber Stern) zur Beantwortung der Aufgabenstellung eine Skizze und ein Lückentext (ohne Wortspeicher) zur Verfügung gestellt wird, besteht die mittlere Version

(2 gelbe Sterne) aus der Skizze. Der Text soll zur Lösung der Aufgabe von den Lernenden, unterstützt von der Skizze, eigenständig formuliert werden. In der schwierigsten Version (3 gelbe Sterne) ist weder eine Skizze noch ein Lückentext vorgegeben.

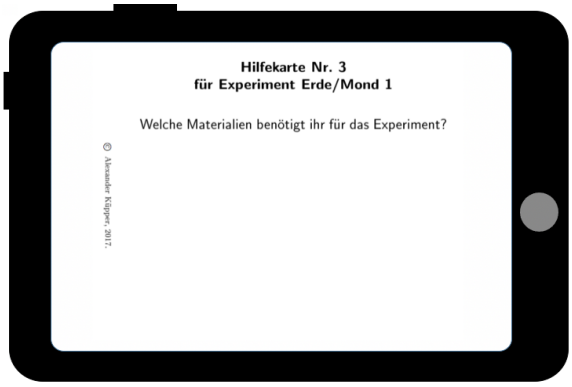


Abbildung 20: Exemplarische Hilfekarte im iBook.

Abbildung 21: Exemplarische Antwortkarte im iBook.

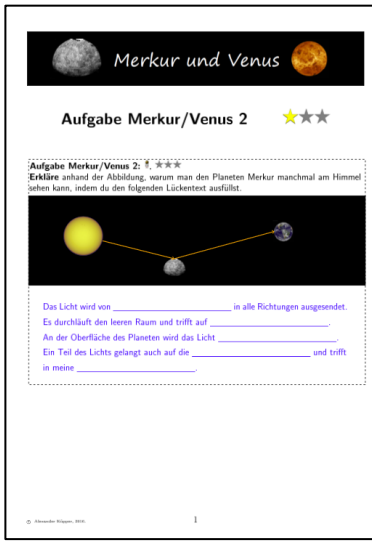


Abbildung 22: 1 Stern Version der Aufgabe. [97]

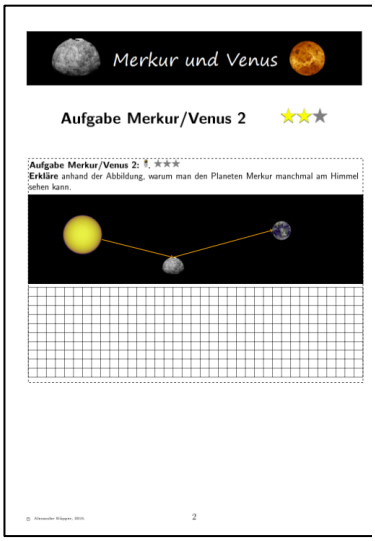


Abbildung 23: 2 Sterne Version der Aufgabe.[98]

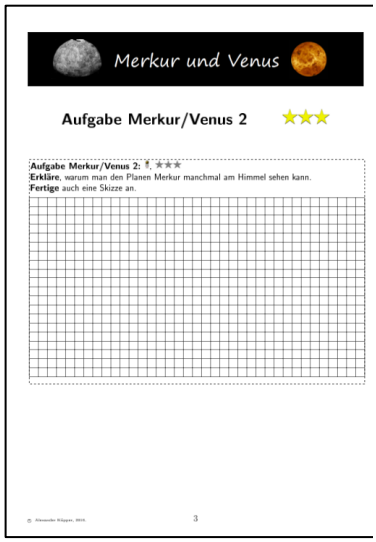


Abbildung 24: 3 Sterne Version der Aufgabe. [99]

Im Arbeitsheft wurde jeweils kenntlich gemacht, wenn die Aufgaben auf unterschiedlichen Niveaus realisiert wurden. In diesem Fall finden die Lernenden die Arbeitsblätter vorne am Lehrerpult und dürfen selbst entscheiden, welchen Schwierigkeitsgrad sie wählen wollen. Im Anschluss an die Bearbeitung werden die Aufgaben in das Arbeitsheft geklebt.

[97] Bildquellen: Merkur in Überschrift (NASA/JPL), Venus in Überschrift (NASA/JPL), Sonne (NASA/Marshall), Merkur (NASA/JPL), Erde (NASA/NOAA/GOES Project), Astronaut (Clippanda.com).
[98] Bildquellen: Merkur in Überschrift (NASA/JPL), Venus in Überschrift (NASA/JPL), Sonne (NASA/Marshall), Merkur (NASA/JPL), Erde (NASA/NOAA/GOES Project), Astronaut (Clippanda.com).
[99] Bildquellen: Merkur in Überschrift (NASA/JPL), Astronaut (Clippanda.com).

Für schnelle bzw. starke Schülerinnen und Schüler wurden darüber hinaus Tempoaufgaben entwickelt. Diese Form der Aufgabe findet man jeweils am Ende der einzelnen inhaltlichen Abschnitte. Ein Beispiel für eine Tempoaufgabe findet man in Abbildung 17. Die Tempoaufgaben sollen nur von denjenigen Schülerinnen und Schüler gelöst werden, die schneller als die übrigen Gruppenmitglieder sind. Sind alle Lernenden in der Kleingruppe gleich weit, können die Tempoaufgaben übersprungen werden. Auf dieser Weise soll der unterschiedlichen Geschwindigkeit (wie auch mit den gestuften Lernhilfen, Wodzinski, 2013) entgegengewirkt werden, sodass die Lernenden insbesondere vor der Bearbeitung der Experimente wieder gleich weit im Arbeitsheft sind.

9.1.2.4 Experimentiermaterialien für die Lernumgebung

Die Experimentiermaterialien wurde bereits bei Küpper et al. (im Druck) beschrieben. Entsprechend wird der Experimentierkoffer mit den Materialien nur knapp präsentiert. Um ein schnelles Austeilen der Experimentiermaterialien, sowie Übersichtlichkeit zu gewährleisten wurden die gesamten Experimentiermaterialien in einem Experimentierkoffer deponiert.

Abbildung 25: Oberes Fach des Experimentierkoffers aus Küpper et al. (im Druck).

Abbildung 26: Unteres Fach des Experimentierkoffers aus Küpper et al. (im Druck).

Dieser Koffer besteht aus einem oberen und einem unteren Fach. Im oberen Fach sind zwei Taschenlampen (mit veränderbarem Fokus), ein Stück schwarze Knete, ein LEGO-Astronaut, eine USA-Fahne und eine kleine Schaumstoffkugel mit Schlitz deponiert. Im unteren Fach befindet sich ein Globus mit Löchern für die Mondbahn, eine Kugel, ein ebener Spiegel und eine Zerstäuberflasche. Die Begründung für die Wahl der einzelnen Experimentiermaterialien liegt in den in Abschnitt 5.7.5 bzw. bei Küpper et al. (im Druck) beschriebenen Kriterien für Experimentiermaterialien im inklusiven Physik- bzw. NW-Unterricht der Orientierungsstufe. Tabelle 25 gibt die Begründungen inwiefern die einzelnen Kriterien erfüllt sind.

Kriterium:	Erfüllt?	Erläuterung:
Das Material muss Rätsel aufgeben.	✓	Mögliche Fragen bzw. Rätsel sind: Warum ist ein Lego-Astronaut im Experimentierkoffer? Warum ist der Globus auch ein Spitzer? Wofür braucht man Knete im NW- bzw. Physikunterricht? usw.
Überschaubares Material.	✓	Die Anzahl an Materialien wurde möglichst gering gehalten. Darüber hinaus sind die Materialien im transparenten Experimentierkoffer übersichtlich gelagert.
Das Material darf nicht zu komplex sein.	✓	Alle Materialien sind einfach zu verwenden.
Vertraute Gegenstände aus (außer-)schulischem Umfeld.	✓	Im Experimentierkoffer befinden sich (fast) nur Alltagsmaterialien. Lediglich die Mondbahn ist den Lernenden nicht bekannt.
Gefahrlose Materialien.	✓	Offensichtlich sind die Materialien nicht gefährlich.
Möglichkeit des spielerischen Zugangs.	✓	Materialien, welche die Schülerinnen und Schüler aus ihrer Kindheit kennen, sind im Experimentierkoffer enthalten (z.B. Lego-Astronaut, USA-Fahne).
Der Zusammenhang zwischen Experimentiermaterial und Realität sollte gegeben sein.	✓	Beispiele sind: Globus = Erde; Astronaut = Lego-Astronaut; USA Fahne.

Tabelle 25: Erfüllung Kriterien der Experimentiermaterialien nach Küpper et al. (im Druck), ergänzt.

9.1.2.5 Forschendes Lernen und antizipierte Experimente

Forschendes Lernen lässt sich im Sinne von Bonnstetter (1998) als Evolutionsprozess mit verschiedenen Leveln verstehen (siehe auch Tabelle 11; vgl. auch Blanchard et al., 2010; für eine vollständige Übersicht über verschiedene Modelle vgl. Puddu, 2017). Dabei werden Experimente im Physikunterricht in der Regel als Kochbuchexperimente durchgeführt (Hofstein & Lunetta, 2003; Höttecke, 2010; Rincke & Wodzinski, 2010), was im Modell von Bonnstetter (1998) am ehesten den Phasen *Structured Science Experiences* bzw. *Guided Inquiry* entspricht.

Unter der Annahme, dass die Lernenden bereits Kochbuchexperimente im Physik- bzw. NW-Unterricht durchgeführt haben, folgt im Evolutionsprozess die Phase *Student Directed Inquiry* (Bonnstetter, 1998). Auf diese Phase wird der Hauptfokus in der Lernumgebung gelegt. Entsprechend wird für die meisten Experimente in der Lernumgebung das Thema und die Fragestellung vorgegeben. Für die übrigen Bereiche des Erkenntnisprozesses erhalten die Lernenden die Verantwortung, wobei diese durch die Verwendung der gestuften Lernhilfen wiederum abgegeben werden kann (vgl. Abschnitt 5.4). Lediglich beim letzten Experiment zum Saturnmond *Iapetus* wird die Fragestellung nicht vorgegeben, sodass es sich um die Phase des *Student Research Inquiry* (ebd.) handelt.

Im Folgenden werden die antizipierten Experimente vorgestellt. Bei der Wahl der antizipierten Experimente wurde darauf geachtet, dass die „Tätigkeitsabfolge zur Lösung der Fragestellung [...] von geringer Komplexität“ (Werning & Banach, 1994, S. 88) ist. An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Schülerinnen und Schüler im Sinne des Forschenden Lernens keine Experimentieranleitung erhalten (vgl. Abschnitt 5.7.2) und die untenstehenden Beschreibungen lediglich angefertigt wurden um aufzuzeigen, welche Experimente mit den vorhandenen Experimentiermaterialien geplant werden können. Ein Hilfesystem, ähnlich dem von Abels (2015), wurde den Lernenden zur Verfügung gestellt (vgl. Abschnitt 9.1.2.3). Es sei der Vollständigkeit halber erwähnt, dass die Lernenden mit

den vorhandenen Materialien im Experimentierkoffer auch andere Experimente planen und durchführen konnten.

Problemstellung 1: Kann man die Lichtstrahlen (der Sonne) sehen?

Benötigte Materialien: Taschenlampe, Sprühflasche.

Durchführung: Eine Taschenlampe wird eingeschaltet. Die Schüler beobachten von der Seite, ob sie Lichtstrahlen, die aus der Taschenlampe hinauskommen, von überall sehen können. Falls man Licht nicht von überall sehen kann: Feine Wassertröpfchen werden in den Strahlengang gesprüht.

Beobachtung: Ohne Wassertröpfchen kann man keine Lichtstrahlen sehen, die aus der Taschenlampe hinauskommen (Abbildung 27), wenn sie nicht direkt ins Auge fallen. Wenn man Wassertröpfchen in den Strahlengang sprüht, wird der Lichtkegel sichtbar (Abbildung 28).

Lösung der Problemstellung: Man kann die Lichtstrahlen der Sonne nicht immer sehen. Durch z.B. Wassertröpfchen lassen sich die Lichtstrahlen sichtbar machen.

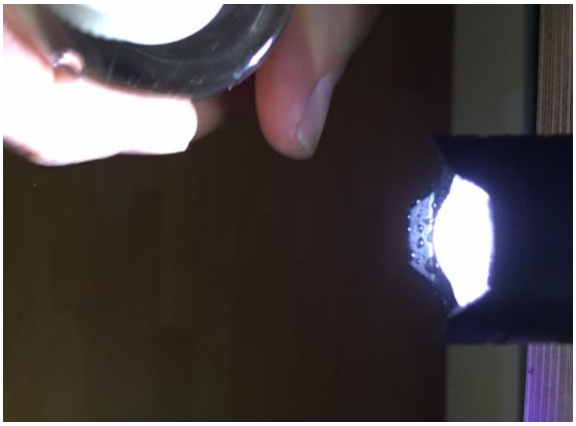


Abbildung 27: Lichtbündel kann man im Allgemeinen nicht sehen.

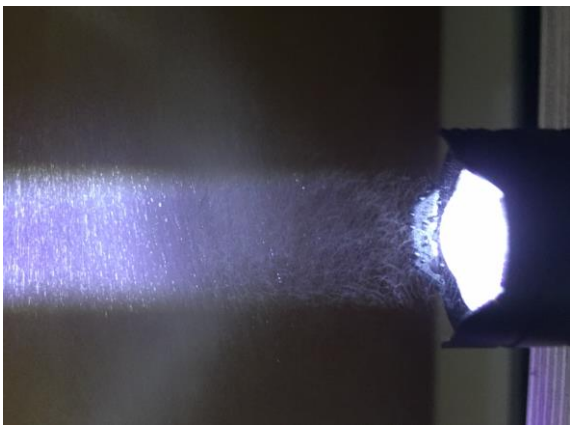


Abbildung 28: Mit Wassertröpfchen im Strahlengang wird das Lichtbündel sichtbar

.

Problemstellung 2: Wie bewegt sich das Licht von der Sonne zu den Planeten?

Benötigte Materialien: Taschenlampe, Tisch, Globus.

Durchführung: Eine Taschenlampe wird eingeschaltet. Der Globus wird beleuchtet. Nun werden feine Wassertröpfchen zwischen Taschenlampe und Globus gesprüht.

Beobachtung: Man sieht, dass die Randstrahlen des Lichtbündels geradlinig verlaufen (vgl. auch Abbildung 28).

Lösung der Problemstellung: Das Licht bewegt sich von der Sonne zu den Planeten geradlinig.

Problemstellung 3: Warum kann man Planeten sehen, obwohl sie nicht von selber leuchten?

Benötigte Materialien: kleine (Merkur)Kugel, Taschenlampe

Hinweis: Das Experiment sollte in einem möglichst dunklen Raum durchgeführt werden![100]

Durchführung: Die Kugel wird von der Taschenlampe angeleuchtet.

Beobachtung: Nur die beleuchtete Seite der Kugel ist sichtbar.

Lösung der Problemstellung: Man kann Planeten sehen, weil sie von der Sonne beleuchtet werden.

Abbildung 29: Nur der beleuchtete Teil der Kugel ist sichtbar.

Problemstellung 4: War die Menschheit wirklich auf dem Mond? Analyse der Schatten-Verschwörungstheorie zur Mondlandung.

Hintergrund: Verschwörungstheoretiker behaupten, dass die Amerikaner niemals den Mond betreten haben. Als Beweis führen sie unter anderem den Schattenverlauf an, wobei Schatten von verschiedenen Objekten auf Fotos der Mondlandung aufeinander zulaufen (vgl. auch Geise, 2003; Gryl, 2009). Ein solcher Schattenverlauf ist nach Aussage der Verschwörungstheoretiker mit einer Lichtquelle – der Sonne – jedoch nicht möglich (ebd.).

Benötigte Materialien: 2 Taschenlampen, LEGO-Astronaut, USA-Fahne, Knete.

Durchführung: Astronaut und Fahne werden nebeneinandergestellt, wobei zur Befestigung der Fahne Knete verwendet wird. Zunächst werden Astronaut und Fahne mit einer Taschenlampe beleuchtet. Die Schatten werden beobachtet. In einem zweiten Schritt werden Astronaut und Fahne mit zwei Taschenlampen beleuchtet. Die Schatten werden beobachtet – ein ähnliches Experiment findet man bei Gryl (2009).

Beobachtung: Bei einer Lichtquelle lassen sich keine zusammenlaufenden Schatten erzeugen. Mit zwei Lichtquellen lassen sich zusammenlaufende Schatten erzeugen – aber: man erkennt (mindestens) zwei Schatten pro Gegenstand Abbildung (30 und Abbildung 31).

Lösung der Problemstellung: Der *Beweis* der Verschwörungstheoretiker ist falsch, weil es bei zwei Lichtquellen zu viele Schatten im Experiment gibt.

[100] Man beachte, dass dies im Rahmen der Lernumgebung ein Problem darstellt, weil die Lernenden zu unterschiedlichen Zeiten die Experimente bearbeiten. Daher gilt es ein Mittelmaß zwischen Dunkelheit und einem lichtdurchfluteten Raum zu finden.

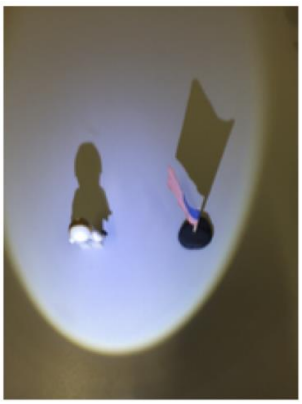


Abbildung 30: Zwei auseinanderlaufende Schatten bei einer Lichtquelle.

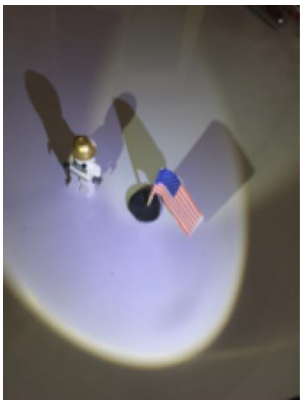


Abbildung 31: Zwei zusammenlaufende Schatten bei einer Lichtquelle – aber: insgesamt sieht man mehr als zwei Schatten.

Problemstellung 5: Wie kann man „beweisen", dass die Menschheit tatsächlich auf dem Mond war? Spiegel auf dem Mond.

Hintergrund: Verschwörungstheoretiker behaupten, dass die Amerikaner niemals den Mond betreten haben. Es gibt jedoch einen Beweis für die Mondlandung, da Reflektoren auf dem Mond zurückgelassen wurden (Bender et al., 1973). Beim *Lunar Laser Ranging* lässt sich überprüfen, dass sich tatsächlich ein Reflektor (*Spiegel*) auf dem Mond befindet (ebd.). Aber was passiert überhaupt, wenn Licht auf einen Spiegel trifft?

Benötigte Materialien: (fokussierbare) Taschenlampe, Spiegel, Tisch.

Durchführung: Die Linse der Taschenlampe wird so verschoben, dass ein paralleles Lichtbündel austritt. Nun wird die Taschenlampe so an den Tisch gehalten, dass das parallele Lichtbündel sichtbar wird. Ein Spiegel wird in das Lichtbündel gestellt.

Beobachtung: Der Lichtstrahl wird reflektiert. Dabei wird an dieser Stelle das Lot nicht eingeführt! Es werden die Winkel zum Spiegel betrachtet.

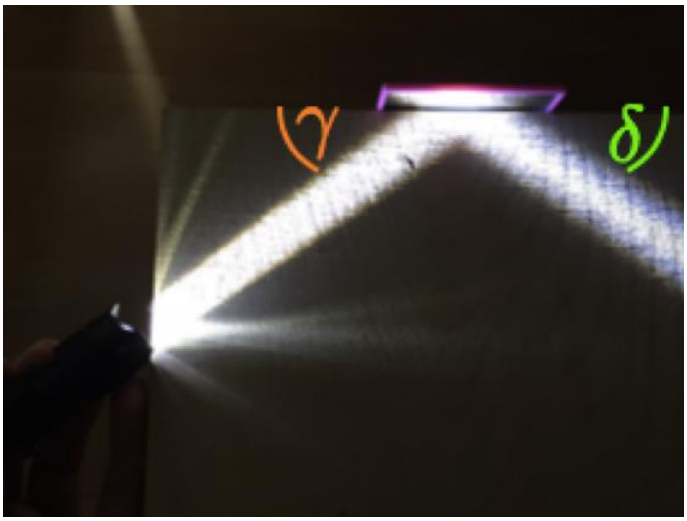


Abbildung 32: Reflexion von Licht am ebenen Spiegel

Lösung der Problemstellung: Aus dieser Beobachtung heraus lässt sich darauf schließen, dass auf dem Mond kein ebener Spiegel stehen kann, weil das Licht (je nach Einfallswinkel) nicht zur Erde zurückkehren kann.

Problem 6: Wie entstehen Tag und Nacht auf der Erde?

Benötigte Materialien: Taschenlampe, Globus.

Durchführung: Der Globus wird mit der Taschenlampe beleuchtet. Der Globus kann gedreht werden.

Beobachtung: Die eine Hälfte des Globus befindet sich im Schatten – hier ist es Nacht. Die andere Hälfte ist beleuchtet – hier ist es Tag.

Lösung der Problemstellung: An den von der Sonne beleuchteten Bereichen der Erde ist Tag. An allen Punkten, die sich im Schatten der Erde befinden, ist es Nacht. Durch die Drehung der Erde kommt es zu einem Wechsel von Tag und Nacht.

Abbildung 33: Experiment zum Entstehen von Tag und Nacht auf der Erde.

Problem 7: Wie entstehen Sonnen- und Mondfinsternisse?

Benötige Materialien: Taschenlampe, Mondkugel, Globus, (Mondbahn).

Durchführung: Die Mondbahn wird am Globus befestigt. Die Taschenlampe wird auf den Globus gerichtet. Die Mondkugel wird für eine Sonnenfinsternis auf der Mondbahn zwischen Taschenlampe und Globus befestigt.

Für eine Mondfinsternis wird die Mondkugel auf der Mondbahn so befestigt, dass sich der Globus zwischen Taschenlampe und Mondkugel befindet.

Beobachtung: Bei einer Sonnenfinsternis befindet sich ein kreisförmiger Schatten auf dem Globus (Abbildung 34). Bei einer Mondfinsternis ist der Mond dunkel (Abbildung 35).

Lösung der Problemstellung: Bei einer Sonnenfinsternis befinden sich Sonne, Erde und Mond auf einer Linie. Die Reihenfolge lautet: Sonne, Mond, Erde. Bei einer Mondfinsternis befinden sich Sonne, Erde und Mond auf einer Linie. Die Reihenfolge lautet: Sonne, Erde, Mond.

Abbildung 34: Simulation einer Sonnenfinsternis im Experiment.

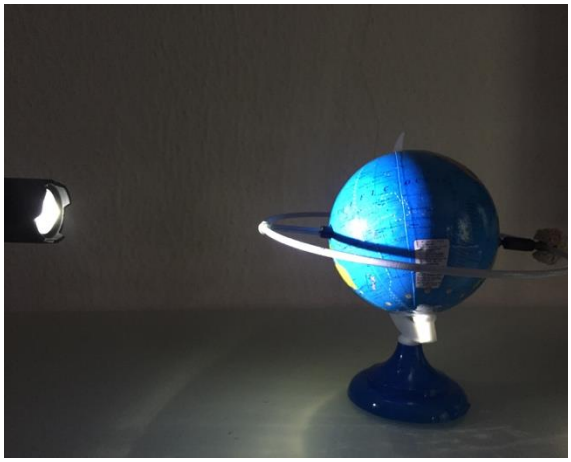


Abbildung 35: Simulation einer Mondfinsternis im Experiment.

Problem 8: Wie entstehen die Mondphasen?

Benötige Materialien: Taschenlampe, Mondkugel, Globus, Mondbahn.

Durchführung – Schritt 1: Die Mondbahn wird (parallel zum Tisch) am Globus befestigt. Die Taschenlampe wird auf den Globus gerichtet und man versucht die einzelnen Mondphasen zu erzeugen.

Beobachtung: Ein Vollmond lässt sich nicht erzeugen.

Durchführung – Schritt 2: Die Mondbahn wird gekippt (vgl. Abbildung 36).

Beobachtung: Ein Vollmond lässt sich nun ebenfalls erzeugen.

Abbildung 36: Gekippte Mondbahn – die Inklination im Modell ist um einiges höher als in der Realität.

Problem 9: Warum ist der Saturn Iapetus auf der einen Seite hell und auf der anderen Seite fast vollkommen dunkel?

Benötigte Materialien: Taschenlampe, weiße Kugel, schwarze Knete.

Durchführung: Auf einer Hälfte der weißen Kugel wird schwarze Knete befestigt. Mit der Taschenlampe leuchtet man zuerst auf die weiße Seite und danach auf die schwarze Seite der Kugel.

Beobachtung: Die weiße Seite der Kugel ist viel heller als die dunkle Seite der Kugel (vgl. Abbildung 37 und Abbildung 38).

Lösung der Problemstellung: Auf der einen Hälfte von Iapetus muss die Oberfläche sehr dunkel sein.

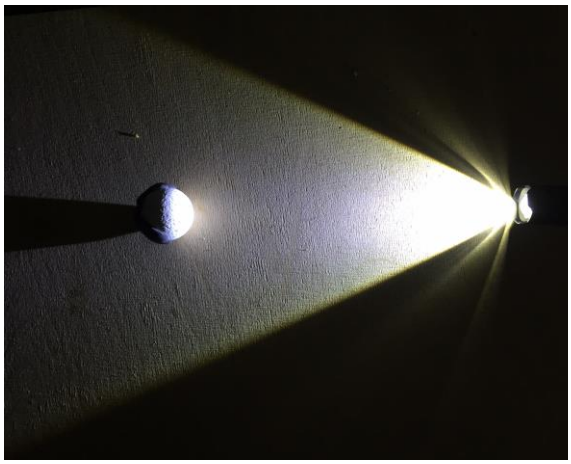


Abbildung 37: Streuung – die eine Seite ist heller als die andere Seite.

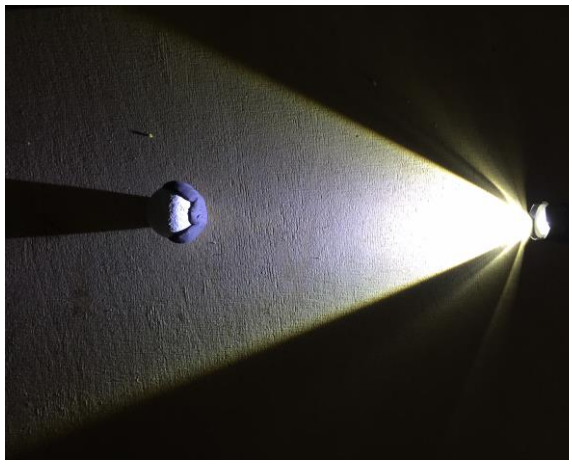


Abbildung 38: Absorption – die eine Seite ist dunkler als die andere Seite.

9.1.2.6 Erfüllung der Kontaktbedingungen in der Lernumgebung

In Abschnitt 4.4.1 wurde ausführlich begründet, dass die Kontakttheorie grundsätzlich das Potenzial zur Förderung der sozialen Integration bietet und entsprechend Didaktik und Methodik des Unterrichts entscheidend zur sozialen Integration beitragen können (Ewald, 2016; Ewald & Huber, 2017).

In der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* wurden im Design die meisten der von Huber (2019) genannten Kriterien berücksichtigt. Tabelle 26 gibt eine Übersicht darüber, auf welche Weise die Kriterien in der Lernumgebung realisiert wurden.

Kontakttheorie Huber (2019)	Realisiert in der Lernumgebung durch ...
Statusgleichheit	Alle Lernenden in den Kleingruppen sind Schülerinnen bzw. Schüler; keine Rollen mit möglicherweise unterschiedlichem Status.
Zielgleichheit	Zielgleicher Unterricht; Einbettung der Inhalte in einen für alle Schülerinnen und Schüler motivierenden astronomischen Rahmenkontext.
Positive Interdependenz	Forschendes Lernen macht eine gegenseitige Abhängigkeit eher nötig als Kochbuchexperimente.
Legitimation durch Autorität	Gruppeneinteilung erfolgt durch die Lehrkraft; Interventionen bei sozialem Ausschluss durch die Lehrkraft.
Qualität des Kontakts	*Nicht explizit beim Design berücksichtigt.*
Länge des Kontakts	Arbeiten im Sinne des Team-Kleingruppen-Modells über 12-14 Unterrichtsstunden.
Intimität des Kontakts	*Nicht explizit beim Design berücksichtigt.*
Zwanglosigkeit des Kontakts	*Nicht explizit beim Design berücksichtigt.*

Tabelle 26: Anmerkungen zur Erfüllung der Kontaktbedingungen in der Lernumgebung.

9.1.3 Implementation

9.1.3.1 Beschreibung der Stichprobe

Die Implementation fand in insgesamt 4 Lerngruppen (2x Gymnasium, 2x Gesamtschule, alle Stufe 6) im Köln-Bonner Raum statt. In einer Gesamtschulklasse wurde das Fach NW unterrichtet. In den übrigen drei Lerngruppen wurde das Fach Physik unterrichtet.

Insgesamt nahmen an der Studie 40 Schülerinnen und 40 Schüler (mit positiver Einverständniserklärung) teil. Für die übrigen Schülerinnen und Schüler in den Lerngruppen lag keine positive Einverständniserklärung vor, sodass sie in der Stichprobe nicht berücksichtigt wurden.

9.1.3.2 Erhebungsinstrumente

In diesem Abschnitt werden die im 1. Mesozyklus genutzten Erhebungsinstrumente vorgestellt und die Wahl der Instrumente wird literaturbasiert begründet. Dabei wurden im 1. Mesozyklus folgende Erhebungsinstrumente verwendet: (1) Kurzform der Integrated Teacher Report Form (kurz ITRF, Volpe et al. 2017; Casale et al, 2019) zum universellen Verhaltensscreening zur Ermittlung derjenigen Schülerinnen und Schüler, welche die ausgeprägtesten externalisierenden Verhaltensweisen in der jeweiligen Klasse im Physik- oder NW-Unterricht zeigen, (2) die Lehrereinschätzliste von Petermann und Petermann (2013) zur detaillierteren Analyse der in (1) ermittelten Lernenden, (3) eine soziometrische Erhebung, (4) qualitative Interviews mit den beteiligten Lehrkräften.[101]

Zu (1): Bedingt durch den von Forness et al. (2012) beschriebene „service gap“ (ebd., S. 3), d.h. dem starken Unterschied zwischen denjenigen Schülerinnen und Schülern, die einen Förderbedarf emotionale und soziale Entwicklung diagnostiziert bekommen haben, und den Prävalenzraten für die Entwicklung von Gefühls- und Verhaltensstörungen von etwa 20% (vgl. Abschnitt 3.2), wurden nicht (nur) diejenigen Schülerinnen und Schüler mit einem diagnostizierten Förderbedarf in dieser Studie betrachtet. Vielmehr stand zu Beginn des Mesozyklus ein universelles Verhaltensscreening aller beteiligten Schülerinnen und Schüler (mit positiver Einverständniserklärung).

Bei Verhaltensscreenings handelt es sich um (standardisierte) Messinstrumente, anhand derer bestimmte Verhaltensweisen von Personen durch eine zweite Person (z.B. die Eltern oder die Lehrkraft) im Sinne dimensionaler Diagnostik über Fragebögen oder Beobachtungen (Ihle & Esser, 2008; Holtmann & Schmidt, 2008) bezüglich ihrer Ausprägung einschätzt werden (Schmidt-Atzert & Amelang, 2012).

Volpe et al. (2017) entsprechend gibt es neben der Child Behavior Checklist (kurz CBCL, Döpfner et al., 2014)[102] drei weitere, deutschsprachige Ratingverfahren für schulbezogene, externalisierende Verhaltensweisen. Diese drei Screenings sind: (a) der Strenghts and Difficulties Questionnaire (kurz SDQ, Goodman, 2020), (b) die Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten (kurz LSL, Petermann & Petermann, 2013) und (c) die

[101] Man beachte: Der Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen wurde erst ab dem 2. Mesozyklus erhoben.

[102] Weil die CBCL (Döpfner et al., 2014) aus über 100 Items besteht, ist sie für universelle Screenings aus Sicht der „usability“ (Glover & Albers, 2007) ungeeignet (Volpe et al., 2017; Bettge et al., 2007). Sie wird entsprechend in der Tabelle nicht aufgeführt.

Schulische Einschätzung des Verhaltens und der Entwicklung (kurz SEVE, Hartke & Vrban, 2015). Volpe et al. (2017) haben in ihrem Review diese Verhaltensscreenings auf die Kriterien „appropriateness“ (Glover & Albers, 2007) – Angemessenheit –, „usabiliy“ (Glover & Albers, 2007) – Benutzerfreundlichkeit – und „technical adequacy“ (Glover & Albers, 2007) – Psychometrische Kriterien – untersucht. Die Ergebnisse sind übersichtlich in der Tabelle 27 dargestellt. Es zeigt sich, dass sich alle drei Screenings durch Angemessenheit und geeignete Werte für Cronbach's Alpha auszeichnen. Gleichzeitig eignen sich die LSL (Petermann & Petermann, 2013) und die SEVE (Hartke & Vrban, 2015) aus Sicht der Benutzerfreundlichkeit (Zeit, die für das Ausfüllen benötigt wird) nicht für universelle Verhaltensscreenings (Volpe et al., 2017), wie sie zu Beginn dieses Forschungsprojekts durchgeführt wurden. Entsprechend eignet sich grundsätzlich nur der SDQ (Goodmann, 2020) für ein universelles Verhaltensscreening (Volpe et al., 2017), auch wenn eine Gesamtzeit von ca. 1,25 Stunden bereits abschreckend auf Lehrkräfte wirken könnte.

Ausgehend von den Erkenntnissen, dass im deutschsprachigen Raum lediglich der SDQ (Goodman, 2020) grundsätzlich für ein universelles Verhaltensscreening geeignet ist, wurde die in Amerika entwickelte Integrated Teacher Report Form (kurz ITRF) aus dem Englischen übersetzt (und rückübersetzt) (Volpe et al., 2017; Casale et al., 2018; Casale et al., 2019).[103] Bei der ITRF handelt es sich um ein Verhaltensscreening aus 43 Items (ebd.). Die ITRF besteht aus zwei Skalen: der Skala „Probleme im lernförderlichen Verhalten“ (Casale et al., 2019, S. 19) und der Skala „oppositionelle und störende Verhaltensprobleme“ (ebd., S. 19). Die entsprechenden Aussagen in diesen beiden Skalen können auf einer vierstuften Likert-Skala bewertet werden: 0 = Verhalten ist nicht problematisch, 1 = Verhalten ist leicht problematisch, 2 = Verhalten ist mäßig problematisch und 3 = Verhalten ist stark problematisch (Casale et al., 2019). Ziel der ITRF (ebd.) ist die „Erfassung externalisierender, unterrichtsrelevanter Verhaltensprobleme, die sich störend auf das eigene Lernen einer Schülerin oder eines Schülers, sowie auf das Lernen der Mitschüler_innen auswirken“ (ebd., S. 18; vgl. auch Volpe et al., 2017).[104]

Nach dem Ausfüllen lässt sich durch die Bildung von Summenscores die Ausprägung der schulrelevanten, externalisierenden Verhaltensprobleme ermitteln (Volpe et al., 2017; Casale et al., 2019). Dabei können die beiden Skalen „Probleme im lernförderlichen Verhalten“ (Casale et al., 2019, S. 19) und „oppositionelle und störende Verhaltensprobleme“ (ebd., S. 19) sowohl individuell, als auch zusammen ausgewertet werden (Volpe et al., 2017).

Neben der Langversion bestehend aus 43 Items, wurde von Volpe et al. (2017) gemeinsam mit Lehrkräften zusätzlich eine Kurzversion, bestehend aus 16 Items, entwickelt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Items eine hohe Faktorladung besitzen und sich gleichzeitig möglichst wenig überschneiden (ebd.). Ferner sollten die Items möglichst einfach zu beobachten und Indikatoren für spezifisches Verhalten sein (ebd.).

Während bisher keine Aussagen zu den psychometrischen Kriterien der ITRF-Langversion vorliegen, wurden diese für die Kurzversion bestimmt (Volpe et al., 2017; Casale et al., 2018; Casale et al, 2019).[105] Sowohl die Skala „Probleme im lernförderlichen Verhalten“ (Casale et al., 2019, S. 19), als auch die Skala „oppositionelle und störende

[103] Casale et al (2018) konnten nachweisen, dass die englische und deutsche Version der ITRF die gleichen Konstrukte messen.

[104] Man beachte, dass die ITRF nicht dafür entwickelt wurde, eine Feststellungsdiagnostik zu ermöglichen (Casale et al., 2019).

[105] Nach Volpe et al. (2017) spielen in diesem Zusammenhang die Reliabilität, Validität, Klassifikationsgenauigkeit und Testfairness eine entscheidende Rolle.

Verhaltensprobleme“ (ebd., S. 19) sind reliabel (Cronbach’s Alpha: $\alpha = 0{,}91$ für lernförderliches Verhalten, $\alpha = 0{,}91$ für oppositionelles bzw. störendes Verhalten und $\alpha = 0{,}92$ für beide Skalen zusammen) (Volpe et al., 2017). Die Klassifikationsgenauigkeit für Schülerinnen und Schüler der Stufen 5 und 6 ist ebenfalls hoch (Area Under the Curve (AUC-Werte): 0,89 für lernförderliches Verhalten, 0,91 für oppositionelles bzw. störendes Verhalten und 0,93 für beide Skalen zusammen) (ebd.). Die Testfairness wurde bei Volpe et al. (2017) ebenfalls nachgewiesen. Casale et al. (2019) konnten darüber hinaus durch Vergleich mit den etablierten Verhaltensscreenings (SDQ, Goodman, 2020; LSL, Petermann & Petermann, 2013; CDCL, Döpfner et al., 2014) die konvergente und diskriminante Konstruktvalidität nachweisen. Sie formulieren: „Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass sich die Kurzversion der ITRF dazu eignet externalisierende Verhaltensprobleme von Schüler_innen in ähnlicher Weise wie etablierte deutschsprachige Screeningverfahren zu erfassen“ (ebd., S. 29).

Gleichzeitig bietet die ITRF (Casale et al., 2019) den Vorteil, dass sie lediglich schulbezogene externalisierende Verhaltensweisen berücksichtigt (Volpe et al., 2017; Casale et al., 2019). Da im Regelfall Physik- bzw. NW-Unterricht in der Orientierungsstufe nur zwei- bzw. dreistündig unterrichtet wird, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Lehrkräfte bei jedem Kind über die häusliche Situation Bescheid wissen. Entsprechend liegen den Physik- bzw. NW-Lehrkräften bei einigen der im SDQ genannten Verhaltensweisen, wie z.B. „Einzelgänger; spielt meist alleine“ oder „Hat wenigstens einen guten Freund oder eine gute Freundin“, vermutlich keine Informationen vor.

Daher wurde für diese Studie zum universellen Verhaltensscreening aller Lernenden durch die Physik- bzw. NW-Lehrkraft die Kurzform der ITRF gewählt.[106]

Zu (2) Für die ca. 20% der Schülerinnen und Schüler pro Lerngruppe mit den höchsten Summenscores in der ITRF (Casale et al., 2019), also entsprechend diejenigen Lernenden in der jeweiligen Klasse mit den ausgeprägtesten externalisierenden Verhaltensweisen, soll unter anderem die Förderung von Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit in dieser Studie näher untersucht werden[107]. Wie bereits unter (1) gibt es im deutschsprachigen Raum vier Verhaltensscreenings für schulbezogene, externalisierende Verhaltensweisen: die CBCL (Döpfner et al., 2014), den SDQ (Goodman, 2020), die LSL (Petermann & Petermann, 2013) und die SEVE (Hartke & Vrban, 2015). Von diesen Erhebungsinstrumenten weist lediglich die LSL (Petermann & Petermann, 2013) mehrere Items bzw. Skalen zur Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit der Lernenden aus (vgl. auch Sparfeldt et al., 2012). Folglich eignet sich nur dieses Verhaltensscreening für die vorliegende Studie. Die LSL (Petermann & Petermann, 2013), „die zur Qualitätssicherung bei Verhaltens- und Sozialtrainings in der Schule“ (ebd., S. 25) genutzt werden kann, besteht aus sechs Skalen zum Sozialverhalten (Kooperation, Selbstwahrnehmung, Selbstkontrolle, Hilfsbereitschaft und Einfühlungsvermögen, Angemessene Selbstbehauptung und Sozialkontakt), sowie vier Skalen zum Lernverhalten (Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer, Konzentration, Selbstständigkeit beim Lernen, Sorgfalt) (Gienger, 2007; Petermann & Petermann, 2007; Petermann & Petermann, 2013).

[106] Man beachte: Durch Gespräche mit den teilnehmenden Lehrkräften hat sich ergeben, dass sie nur sehr selten Hausaufgaben im Physik- bzw. NW-Unterricht aufgeben. Um Verwirrung zu vermeiden wurde in Absprache mit den Entwicklern der ITRF auf das Item „Erledigt Hausaufgaben unvollständig“ (Casale et al., 2019) verzichtet.

[107] Die Tatsache, dass die mögliche Veränderung der Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit nicht bei allen Lernenden erhoben wird, liegt in der Nutzerfreundlichkeit der vorhandenen Verhaltensscreenings begründet. Die Lehrkräfte sollten nicht mit dem Ausfüllen von Fragebögen überlastet werden.

Kriterium:	Allgemeine Beschreibung	„appropriateness“ (Glover & Albers, 2007) (Angemessenheit)	„usability“ (Glover & Albers, 2007) (Benutzerfreundlichkeit)	„technical adequacy“ (Glover & Albers, 2007) (Psychometrische Kriterien)[108]
SDQ (Goodman, 2020)	Version für Lehrkräfte und Eltern Skalen: - Emotionale Probleme - Verhaltensprobleme - Hyperaktivität - Verhaltensprobleme mit Peers - Prosoziales Verhalten	✓	Keine Aussagen in der Literatur. Bei einer Lerngruppe von 25 Schüler*innen benötigt eine Lehrkraft ca. 1,25 Stunden (ca. 3 Minuten pro Schüler*in).	$\alpha = 0{,}7$ (Bettge et al., 2007) [109]
LSL (Petermann & Petermann, 2013)	Version für Lehrkräfte Subskalen zum Sozialverhalten: - Kooperation - Selbstwahrnehmung - Selbstkontrolle - Hilfsbereitschaft - Selbstbehauptung - Sozialkontakt Subskalen zum Lernverhalten: - Anstrengungsbereitschaft / Ausdauer - Konzentration - Selbstständigkeit beim Lernen - Sorgfalt beim Lernen	✓	Keine Aussagen in der Literatur. Aufgrund der hohen Anzahl an Items sehr zeitaufwändig (mehrere Stunden).	$\alpha = 0{,}82 - 0{,}95$ (Petermann & Petermann, 2013)
SEVE (Hartke & Vrban, 2015)	Version für Lehrkräfte Subskalen zum Lernverhalten: - Motivation - Konzentration - Aufmerksamkeit Subskalen zum Problemverhalten: - Aggression - Angst - Fehlzeiten	✓	Keine Aussagen in der Literatur. Aufgrund der hohen Anzahl an Items sehr zeitaufwändig (mehrere Stunden).	$\alpha = 0{,}92 - 0{,}97$ (Hartke, 2004)

Tabelle 27: Übersichtliche Erkenntnisse (nach dem Review von Volpe et al. (2017) zu den verschiedenen Verhaltensscreenings).

[108] An dieser Stelle wird jeweils nur Cronbach's α angegeben. Für weitere Informationen vergleiche Volpe et al. (2017).

[109] Der Wert für Cronbach's α bezieht sich auf den Fragebogen zum Selbsturteil.

Die Verhaltensweisen können auf einer vierstufigen Likert-Skala bewertet werden (0 = Verhalten tritt nie auf, 1 = Verhalten tritt selten auf, 2 = Verhalten tritt manchmal auf, 3 = Verhalten tritt häufig auf), wobei sich die Aussagen auf die Erfahrungen der letzten vier Wochen beziehen (Gienger, 2007; Sparfeldt, 2012; Petermann & Petermann, 2013). Die Auswertung erfolgt durch die Bildung von Summenscores in den einzelnen Skalen (ebd.). Für die einzelnen Skalen der LSL (ebd.) gibt es geschlechtsspezifische (m/w) und auch altersspezifische (6-9, 9-10, 11-14, 15-19 Jahre) Normwerte. Diese berechnenten Summenscores können diesen Normwerten zugeordnet werden (ebd.).

Nach Gienger (2007) bzw. Petermann und Petermann (2013) beträgt die Reliabilität der LSL (ebd.), je nach Skala, zwischen einem Cronbach's Alpha von 0,82 und 0,95. Sparfeldt et al. (2012) kommen zu ähnlichen Werten (Cronbach's Alpha von 0,82 bis 0,94). Gleichzeitig findet sich bei Sparfeldt et al. (2012) auch eine Übersicht über die Reliabilität der einzelnen Skalen. Für einige Skalen sind diese Werte in Tabelle 28 dargestellt. Die Reliabilitäten der dargestellten Skalen sind als hoch zu bezeichnen – eine Ausnahme stellt lediglich der Sozialkontakt dar (vgl. auch Sparfeld et al., 2012).

Skala:	Cronbach's Alpha aus der LSL-Manualstichprobe	Cronbach's Alpha aus der Stichprobe von Sparfeldt et al. (2012)
Kooperation	0,89	0,90
Einfühlungsvermögen / Hilfsbereitschaft	0,95	0,93
Sozialkontakt	0,82	0,82
Anstrengungsbereitschaft	0,91	0,92
Konzentration	0,93	0,94
Selbstständigkeit	0,93	0,94
Sozialverhalten (ges.)	x	0,97
Lernverhalten (ges.)	x	0,97

Tabelle 28: Cronbach's Alpha für einzelne Skalen der LSL (Petermann & Petermann, 2003) – Werte entnommen aus Sparfeldt et al. (2012).

Die Validität wurde durch einen Vergleich mit der Deutschnote, der Mathematiknote und dem Notendurchschnitt (Gienger, 2007; Petermann & Petermann, 2013), sowie zusätzlich durch den Vergleich mit Kopfnoten (Sparfeldt et al., 2012) überprüft. Es zeigen sich signifikante Korrelationen zwischen den Maßen (Gienger, 2007; Sparfeldt et al., 2012; Petermann & Petermann, 2013). Die Ergebnisse zeigen ebenso, dass die konvergente Konstruktvalidität gegeben ist (Sparfeld et al., 2012). Jedoch konnten Sparfeld et al. (ebd.) nachweisen, dass es „an diskriminanter Validität innerhalb der Skalen der Bereiche (nicht jedoch der Skalen zwischen den Bereichen) mangelt" (ebd., S. 156). Entsprechend sind die einzelnen Skalen innerhalb der Bereiche Sozial- bzw. Lernverhalten nicht klar voneinander zu unterscheiden (ebd.).

Ferner gilt es zu berücksichtigen, dass die LSL (Petermann & Petermann, 2003) vermutlich auch kontextabhängig ist (Sparfeldt et al., 2012): „Die in Items wie ‚Arbeitet ohne Unterbrechungen' thematisierten Aspekte dürften mit dem jeweiligen Beobachtungskontext (z.B. Fach, Lehrkraft, Sozialform, Unterrichtsmethodik) variieren" (ebd., S. 157).

Unabhängig von den genannten Kritikpunkten wird die LSL (Petermann & Petermann, 2003) bedingt durch die hohe Reliabilität, die nachgewiesene konvergente Konstruktvalidität und die Tatsache, dass es ansonsten kein geeignetes

Verhaltensscreening zur Erfassung von Kooperation und Selbstständigkeit gibt (vgl. auch Sparfeld et al., 2012), für diese Studie verwendet. Insbesondere den Aspekt der Kontextabhängigkeit gilt es dabei explizit zu berücksichtigen, weil davon ausgegangen werden kann, dass sich der Unterricht vor und während der Implementation (stark) unterscheidet.

Zu (3): Gerade im inklusiven Unterricht bzw. beim SEL spielen die soziale Integration bzw. das Klassenklima eine entscheidende Rolle (vgl. auch Abschnitt 4.1). Dabei ist nach Koster et al. (2009a) soziale Integration[110] wie folgt definiert:

> "Social participation of students in regular education is the presence of positive contact/interaction between them and their classmates; acceptance of them by their classmates; relationships/friendships between them and their classmates; and the students' perception that they are accepted by their classmates" (ebd., S. 135).

Entsprechend ist soziale Integration ein mehrdimensionales Konstrukt und besteht aus insgesamt vier Facetten:

- „student's social self-perception" (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214): Dieser Aspekt berücksichtigt die Gefühle der Schülerinnen und Schüler dazu, inwiefern sie zu einer Lerngruppe, Peer-Group usw. gehören oder nicht bzw. sich dort wohlfühlen (Koster et al., 2009b).
- „acceptance by classmates" (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214): Dieser Aspekt sozialer Integration bezieht sich darauf, dass die anderen Schülerinnen und Schüler ein bestimmtes Kind der Klasse akzeptieren und es unterstützen (Koster et al., 2009b).
- „friedships/relationships" (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214): Dieser Aspekt berücksichtigt, ob ein Kind Freunde bzw. einen Freundeskreis hat. (Koster et al., 2009b)
- „contacts/interactions" (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214): Dieser Aspekt bezieht sich auf die Kontakte mit anderen Kindern z.B. durch miteinander spielen, zusammen arbeiten oder gemeinsam Spaß haben (Koster et al., 2009b).

Diese Aspekte der sozialen Integration lassen sich mit verschiedenen Erhebungsinstrumenten evaluieren. Eine exemplarische Übersicht findet man in Tabelle 29.

Die in dieser Arbeit berücksichtigten Studien zu sozialen Integration von Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen (Krull et al., 2014b; Krull et al., 2018) bzw. sonderpädagogischem Förderbedarf (Bless, 2000; Huber, 2006; Bless & Mohr, 2007; Huber & Wilbert, 2012; Krull et al., 2014a; Kulawiak & Wilbert, 2015) nutzen in der Regel soziometrische Erhebungsmethoden mit den beiden Fragen „Neben welchen Kindern möchtest du am liebsten sitzen?" (Kulawiak & Wilbert, 2015, S. 243) und „Neben welchen

[110] Koster et al (2009a; 2009b) favorisieren den Begriff der sozialen Partizipation anstatt der sozialen Integration.

Kindern möchtest du nicht so gerne sitzen?“ (ebd., S. 243) – auch wenn hier grundsätzlich auch andere Fragen denkbar sind (vgl. z.B. Höhn & Seidel, 1976).

Dabei ermöglicht die Soziometrie nach Johnson et al. (1994) eine reliable und valide Möglichkeit den sozialen Status von Schülerinnen und Schülern zu untersuchen. Dies gilt sowohl für kurze Zeiträume (3 Monate), als auch für längere Zeiträume (über 5 Monate) (Cillessen et al., 2000).

Gleichzeitig wird gerade die Abfrage von Ablehnungen in der Literatur kritisch gesehen (z.B. Höhn & Seidel, 1976). Es ist jedoch für „die Analyse der Gruppenstruktur [...] unstrittig von großem Wert, nicht nur nach Bevorzugungen (positiven Wahlen), sondern auch nach Ablehnungen (negativen Wahlen) zu fragen, sind doch in der Praxis gerade die Ablehnungen das, was Spannungen schafft und pädagogische und psychologische Probleme aufwirft“ (ebd., S. 17). Dabei lässt sich bei soziometrischen Erhebungen unterscheiden, ob die Schülerinnen und Schüler als Antwort auf diese Fragen beliebig viele Namen aus der Lerngruppe aufschreiben dürfen, die Anzahl der Namen pro Frage begrenzt wird oder die einzelnen Lernenden auf einer (z.B. fünfstufigen) Rating-Skala eingeschätzt werden (z.B. Dollase, 1973; Höhn & Seidel, 1976). Gerade im Hinblick auf Ablehnungen erscheint es jedoch sinnvoll keine minimale oder maximale Anzahl vorzugeben (ebd.). Höhn und Seidel (ebd.) präferieren darüber hinaus auch bei den positiven Wahlen keine minimale oder maximale Anzahl vorzugeben bzw. die Antworten zu begrenzen, um auf diese Weise auch Erkenntnisse über die Gesamtheit der sozialen Beziehungen zu erhalten (ebd.; vgl. auch Dollase, 1973).

Teilaspekt der sozialen Integration nach Koster et al. (2009a; 2009b)	**Erhebungsinstrumente** (Allgemein)	**Erhebungsinstrumente** (Beispiele)
student‘s social self-perception	Selbsteinschätzungsbögen	z.B. FEESS 5-6 (Rauer / Schuck, 2016); FDI 4-6 (Haeberlin et al., 1989); KFDI 4-6 (Venetz et al., 2014)
acceptance by classmates	Soziometrie (Akzeptanzbefragung)	z.B. soziometrische Erhebung
friedships/relationships	Soziometrie (Freundschaftsbefragung)	z.B. soziometrische Erhebung
contacts/interactions	Beobachtung	z.B. Videographie

Tabelle 29: Teilaspekte und Erhebungsinstrumente zur sozialen Integration nach Koster (2009a, 2009b).[111]

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts werden die Wahlkriterien *Nebeneinander sitzen (Sitznachbarin bzw. Sitznachbar)* (vgl. z.B. Kulawiak & Wilbert, 2015) und *Zusammen Experimentieren (Experimentierpartnerin bzw. Experimentierpartner)* verwendet. Die entsprechenden Fragen an die Schülerinnen lauten:

- Frage 1 (bzw. 2): Neben wem möchtest du im Physikunterricht (nicht) sitzen?
- Frage 3 (bzw. 4): Mit wem möchtest du im Physikunterricht (nicht) zusammen experimentieren?

[111] Haeberlin et al. (1989) nennen zur Evaluation der sozialen Beziehungen in Lerngruppen die Möglichkeit der soziometrischen Erhebung und in Form von Selbsteinschätzungsfragebögen.

Während die Frage 1 bzw. 2 eine typische Frage für eine soziometrische Erhebung ist, fokussiert Frage 3 bzw. 4 stärker auf das typische Charakteristikum des Physikunterrichtes – das Experimentieren (z.B. Rincke & Wodzinski, 2010; Schmidt-Borcherding et al., 2013), wobei gerade das Experiment das Potenzial für ein gemeinsames Lernen aller Schülerinnen und Schüler im inklusiven Physikunterricht bieten sollte (vgl. auch Rott, 2018).[112] Es wurde darauf geachtet, dass das Wahlkriterium für alle Schülerinnen und Schüler verständlich ist (vgl. Dollase, 1973). Den Schülerinnen und Schüler wurde Höhn und Seidel (1976) entsprechend nicht vorgegeben, wie viele Lernende sie bei den Fragen jeweils nennen können bzw. dürfen. Zusätzlich wurde den Lernenden mitgeteilt, dass alle Schülerinnen und Schüler, die weder bei Wahl oder Ablehnung genannt werden, neutral betrachtet werden. Folglich ist es bei diesen Schülerinnen und Schülern egal, ob mit ihnen zusammengearbeitet wird oder nicht. Damit die Schülerinnen und Schüler möglichst frei und ehrlich antworten, wurden während der Erhebung (falls möglich) Einzeltische mit möglichst großem Abstand zueinander genutzt. Falls dies nicht möglich war, wurden Trennwände zwischen den Schülerinnen und Schülern aufgestellt. Darüber hinaus wurden die Lernenden gebeten möglichst ehrlich zu antworten. Es wurde darauf hingewiesen, dass nur der Testleiter, d.h. nicht die Mitschülerinnen und Mitschüler, Lehrkraft, Schulleitung und Eltern, die Fragebögen sehen und auswerten wird.

Man beachte, dass man mit Hilfe einer soziometrischen Erhebung die Beziehungen in einer Gruppe ermitteln kann, jedoch nicht die Begründungen für die Wahlen bzw. Ablehnungen (Dollase, 1973; Höhn & Seidel, 1976). Grundsätzlich ist es daher denkbar sich die Wahlen bzw. Ablehnungen im Rahmen der soziometrischen Erhebung begründen zu lassen (ebd.). In diesem Forschungsprojekt wird jedoch darauf verzichtet. Die Gründe hierfür sind wie folgt: (1) Es kann nicht bestimmt werden, ob die genannten Gründe tatsächlich korrekt sind (Höhn & Seidel, 1976); (2) Manche Kinder wollen die Gründe nicht angeben (ebd.), (3) Um für jedes Kind der Klasse zu begründen, warum man nicht mit ihr bzw. ihm zusammenarbeiten will, müssten die Schülerinnen und Schüler sehr viel schreiben und (4) formulieren, je nach Ernsthaftigkeit des Ausfüllens, gegebenenfalls pauschale Aussagen (ebd.). In diesem Sinne formulieren Höhn und Seidel (ebd.), dass bei der Soziometrie geforderte Begründungen in der Regel weniger Informationen bringen als erwartet.

Zu (4): Zusätzlich zu den bisher beschriebenen quantitativen Erhebungsmethoden, wurden im Rahmen dieses Forschungsprojekts Interviews mit den beteiligten Physik- bzw. NW-Lehrkräften geführt. Ziel dieser Interviews war es – entsprechend der spezifischen Forschungsfragen für den 1. Mesozyklus – die Schwierigkeiten des Designs aus Sicht der Lehrkräfte zu erheben um hiervon ausgehend das Re-Design zu entwickeln. Ferner sollte aus Sicht der Lehrkräfte erhoben werden, inwiefern die Schülerinnen und Schülern mit Gefühls- und Verhaltensstörungen sozial integriert sind, wie die Kooperation in den Kleingruppen gelingt und inwiefern die Schülerinnen und Schüler selbstständig(er) arbeiten können. In allen genannten Fällen spielen dabei insbesondere Problemanalysen eine entscheidende Rolle (vgl. Edelson, 2002). Entsprechend ist es das Ziel der Interviews, möglichst viele Informationen über die Geschehnisse während der Implementation aus Lehrersicht zu gewinnen (vgl. auch Bogner et al., 2014).

Bei den Interviews handelt es sich um halbstandardisierte Experteninterviews, wobei Experten nach Bogner et al. (2014) Personen sind,

[112] Weil Schülerinnen und Schüler ab etwa 10 Jahren differenziertere Urteile treffen können und entsprechend zwischen beiden Fragestellungen differenzieren sollten (Höhn & Seidel, 1976), wurden für den 1. Mesozyklus diese beiden Aspekte genutzt.

> „die sich – ausgehend von einem spezifischen Praxis- oder Erfahrungswissen, das sich auf einen klar begrenzten Problemkreis bezieht – die Möglichkeit geschaffen haben, mit ihren Deutungen das konkrete Handlungsfeld sinnhaft und handlungsleitend für andere zu strukturieren“ (ebd., S. 13).

Bei der Zuweisung, ob jemand ein Experte ist oder nicht, spielt darüber hinaus insbesondere auch das Forschungsinteresse eine entscheidende Rolle (ebd.). In diesem Sinne werden in diesem Forschungsprojekt die Lehrkräfte als Experten des inklusiven Physik- bzw. NW-Unterrichts, aber auch als Experten für ihre Schülerinnen und Schüler betrachtet. Insbesondere liegt bei Ihnen „Prozesswissen“ (ebd.) über die Handlungsabläufe in ihrem Klassenzimmer, über die Eigenheiten der Schülerinnen und Schüler usw. vor. Gleichzeitig besitzen sie ein „Deutungswissen“ (ebd.) im Hinblick auf ihre inklusiven Lerngruppen und sind in der Lage aus ihrer subjektiven Perspektive die Geschehnisse während der Implementation der Lernumgebung, aber auch die Lernumgebung an sich, kritisch zu bewerten.

Wie von Bogner et al. (2014) gefordert, wurden die Experteninterviews als teilstrukturierte Interviews realisiert. Bei dieser Form des Interviews erfolgt die Strukturierung anhand eines Leitfadens (Hopf, 2000; Bogner et al., 2014; Niebert & Gropengießer, 2014; Bortz & Döring, 2015). Der verwendete Leitfaden für den 1. Mesozyklus ist in Tabelle 30 dargestellt. Er wurde in Anlehnung an Niebert und Gropengießer (2014) entwickelt.

Ausgangspunkt für die Erstellung des Interviewleitfadens war die Operationalisierung der Forschungsfragen (Bogner et al., 2014; Niebert & Gropengießer, 2014), welche in Abschnitt 9.1.1 vorgestellt wurden. Ferner wurde bei der Erstellung darauf geachtet, dass der Leitfaden möglichst übersichtlich und nicht überladen ist, sowie eine logische Struktur aufweist und möglichst verständlich formuliert ist (vgl. Niebert & Gropengießer, 2014).

Vor Beginn des Interviews wurde den Lehrkräften der Aufbau des Interviews erläutert. Es wurde darauf hingewiesen, dass ihre Aussagen anonym sind (vgl. ebd.) und dass bei Namensnennung von Schülerinnen und Schülern diese Namen beim Transkribieren durch Zahlencodes ersetzt werden.

In Anlehnung an Niebert und Gropengießer (ebd.) beginnt das Interview mit einer Einführungsphase und einer erzählgenerierenden Frage zu den Erlebnissen während der Zeit der Implementation. Hierbei können die Lehrkräfte die Erfahrungen nennen, welche ihnen noch am präsentesten aus der Zeit der Implementation in Erinnerung geblieben sind.

Anschließend folgten vertiefende Fragen, welche sich auf die soziale Integration, die Kooperation und das Lern- und Arbeitsverhalten der Schülerinnen und Schüler bezogen. Entsprechend findet eine Fokussierung statt (vgl. Niebert & Gropengießer, 2014). In dieser Phase geht es nach Bogner et al. (2014) „darum, Gesprächssituationen herzustellen, in denen wir Schilderungen und Erzählungen von Expertinnen hervorrufen, in denen sie Informationen preisgeben oder deutungsbasierte Aussagen und Bewertungen treffen, und zwar fokussiert auf definierte Themen, wie sie für die Forschungsfragestellung relevant sind“ (ebd., S. 33).

Dabei können unabhängig vom Interviewleitfaden Äußerungen der Lehrkräfte aufgenommen und in ad-hoc-Interventionen weiterverfolgt werden (Bogner et al., 2014; Niebert & Großengießer, 2014; Bortz & Döring, 2015). Durch diese ad-hoc-Interventionen können die von den Lehrkräften getätigte Aussagen besser verstanden werden (Niebert & Großengießer, 2014). Offensichtlich werden somit in einem halbstandardisierten Interview nicht immer alle Fragen an alle Lehrkräfte gestellt (vgl. auch Bogner et al., 2014). Im

Gegensatz zu den ad-hoc Fragen handelt es sich jedoch bei den Interventionen im Leitfaden (vgl. Tabelle 30) um „Pflichtfragen“ (ebd., S. 29), welche gestellt werden müssen.

Intervention:	Bemerkungen:
Einstiegsimpuls	
In den letzten Wochen haben Sie mir Ihrer Lerngruppe das entwickelte Unterrichtskonzept durchgeführt. Bitte schildern Sie zunächst Ihre allgemeinen Erfahrungen, d.h. sowohl positive als auch negative Erfahrungen, mit dem Unterrichtskonzept.	
Vertiefende Fragen	
Zu Beginn der Studie haben Sie ein universelles Verhaltesscreening für alle Lernenden durchgeführt. Dabei wurden folgende Lernende ermittelt. Beschreiben Sie aus Ihrer Sicht, inwiefern die Lernenden in Ihrer Kleingruppe sozial integriert sind.	Liste der Namen der ermittelten Schülerinnen und Schüler bereitlegen. Wenn keine Gründe für einen möglichen Ausschluss genannt werden, nachfragen!
Beschreiben Sie Ihre Erfahrungen, inwiefern und wie sich die Lernenden in den Kleingruppen gegenseitig unterstützt haben.	
Wir fokussieren uns nun auf das Lern- und Arbeitsverhalten der Schülerinnen und Schüler. Inwiefern haben die im Verhaltesscreening ermittelten Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung gearbeitet?	
Inwiefern haben die im Verhaltesscreening ermittelten Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung selbstständig gearbeitet, d.h. inwiefern haben sie bei Ihnen Nachfragen gestellt?	
Inwiefern haben die im Verhaltesscreening ermittelten Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung konzentriert gearbeitet?	
Wir weiten die letzten Fragen nun auf alle Schülerinnen und Schüler aus.	Die drei letztgenannten Fragestellungen werden allgemein für die gesamte Lerngruppe gestellt. Auf diese Weise haben die Lehrkräfte auch die Möglichkeit positive und negative Erfahrungen im Hinblick auf bisher nicht betrachtete Lernende mitzuteilen.
Abschluss	
Haben Sie noch Fragen an mich?	

Tabelle 30: Interviewleitfaden für den 1. Mesozyklus.

Am Ende des Interviews wurde den Lehrkräften in einem Schlussimpuls die Möglichkeit gegeben ergänzende Informationen mitzuteilen bzw. Fragen zu stellen (vgl. auch Niebert & Großengießer, 2014).

Aus Sicht der Validität von qualitativen Interviews spielen nach Niebert und Gropengießer (2014) in Anlehnung an Mayring (2015) vier Gütekriterien eine wichtige Rolle:

- Verfahrensdokumentation: Die Bedingungen, die bei der Erhebung, aber auch Auswertung der Daten vorlagen, müssen aufgezeigt werden (Niebert & Gropengießer, 2014). Im Falle dieses Forschungsprojekts fanden die Interviews jeweils in der Schule statt, wobei darauf geachtet wurde einen möglichst ruhigen Ort zu finden. Grundlage der Interviews war der Interviewleitfaden. Alle Interviews wurden von der gleichen Person durchgeführt. Die Interviews wurden mit einem Audioaufnahmegerät aufgenommen, wobei darauf geachtet wurde, dass die Tonaufnahmen möglichst gut sind. Zur Weiterverarbeitung der Tonaufnahmen vergleiche Abschnitt 9.1.3.5.
- Datendokumentation: Nähere Informationen findet man in Abschnitt 9.1.3.5.
- Mitwirkung der Probanden: Ziel eines Interviews muss es sein, „dass die Aussagen der Probanden authentisch und ehrlich sind" (ebd., S. 124). Es wurde versucht durch Smalltalk vor Beginn des Interviews (vgl. Bortz & Döring, 2015) eine möglichst entspannte Atmosphäre aufzubauen (Hermanns, 2000; Niebert & Gropengießer, 2014; Bortz & Döring, 2015). Gleichzeitig wurde den Lehrkräften mitgeteilt, dass alle ihre Erfahrungen und Erlebnisse, sowohl positiver als auch negativer Art, relevant und wichtig sind.
- „Interne Triangulation: Die Interviews sollten so gestaltet werden, dass an mehreren Stellen auf gleiche Aspekte rekurriert wird" (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 124). Durch die Realisierung dieses Kriteriums kommt es zu einem starken Anstieg der für die Interviews benötigten Zeit. Dieses Kriterium wurde insofern erfüllt, dass ein Teil der Fragen nacheinander sowohl bezogen auf die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen, als auch für die übrigen Lernenden gestellt wurden. Auf diese Weise hatten die Lehrkräfte zusätzlich die Möglichkeit bei den ersten Fragen vergessene Aspekte im zweiten Durchlauf, der sich eigentlich auf die übrigen Lernenden bezog, zu nennen.

9.1.3.3 Durchführung der Implementation

Rost (2013) unterscheidet verschiedene Typen von experimentellen Designs: (1) Deskriptives Design, d.h. eine einmalige Erhebung bei einer Gruppe; (2) Vor-experimentelles Design bei dem nach einem Pre-Test eine Implementation durchgeführt wird und es anschließend einen Post-Test (und gegebenenfalls auch einen Follow-up-Test) gibt, (3) Quasi-experimentelle Designs mit Experimental- und Kontrollgruppe(n) ohne Randomisierung[113] und (4) Experimentelle Designs mit Experimental- und Kontrollgruppe(n) mit Randomisierung. Im 1. Mesozyklus wird sowohl ein Deskriptives Design (universelles Verhaltensscreening vor Beginn der Implementation mit der ITRF) als auch ein vor-experimentelles Design (LSL und Soziometrie) genutzt.

Ca. 2 Wochen vor Beginn der Implementation wurden alle Lernenden von der Lehrkraft im Sinne eines universellen Verhaltensscreenings mit der ITRF (Casale et al., 2019) eingeschätzt. Die erhobenen Daten wurden durch die Bildung von Summenscores ausgewertet. Für die Schülerinnen und Schüler mit den höchsten Summenscores wurde von der Lehrkraft vor Beginn der Implementation die LSL (Petermann & Petermann, 2003; Skalen Kooperation Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft, Sozialkontakt, Anstrengungsbereitschaft, Konzentration und Selbstständigkeit) ausgefüllt.

[113] Bei Randomisierung werden die Experimental- und Kontrollgruppe(n) zufällig eingeteilt (vgl. Rost, 2013).

Eine Woche vor Beginn der Implementation wurde von den Schülerinnen und Schülern die soziometrische Erhebung ausgefüllt.[114]

Die Implementation der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* fand im regulären Physik- bzw. NW-Unterricht zu den regulären Unterrichtszeiten statt. Im Anschluss an eine kurze Einführungsphase wurden die Schülerinnen und Schüler in die Kleingruppen eingeteilt. Die Einteilung der Kleingruppen erfolgte durch die Lehrkraft. Auf diese Weise sollten aus Lehrersicht möglichst heterogene Kleingruppen eingeteilt werden. Die Schülerinnen und Schüler arbeiteten über einen Zeitraum von 12-14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten eigenständig in ihren Kleingruppen (vgl. Design in Abschnitt 9.1.2.1). Die Lehrkraft fungierte als Lernbegleiter.

Eine Woche nach Beendigung der Implementation füllten die Schülerinnen und Schüler erneut die soziometrische Erhebung aus. Die Lehrkräfte füllten für die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Lernenden darüber hinaus die LSL aus. Ferner wurden eine Woche nach der Implementation mit den Lehrkräften qualitative Interviews über ihre Erfahrungen mit der Lernumgebung geführt. Die Interviews wurden aufgezeichnet.

9.1.3.4 Auswertungsdesign für die quantitativen Daten

In einem ersten Schritt wurden den Fragebögen Zahlencodes zugeordnet. Die quantitativen Daten der ITRF (Casale et al., 2019) und LSL (Petermann & Petermann, 2003) wurden in das Programm SPSS (Statistical Package for the Social Sciences 24) übertragen. Es wurden für die einzelnen Skalen Summenscores gebildet. Mittelwerte wurden für die einzelnen Skalen bzw. die einzelnen Subgruppen berechnet.

Abhängige Stichproben (Pre-Post-Vergleich) bei der LSL (Petermann & Petermann, 2003) wurden mit dem Wilcoxon-Test auf Signifikanz geprüft. Der Grund für die Wahl dieses Signifikanztests (und nicht des t-Tests für abhängige Stichproben) sind die gegebenen Voraussetzungen (Rasch et al., 2014b). Sowohl die ITRF (Casale et al., 2019) als auch die LSL (Petermann & Petermann, 2003) sind ordinalskaliert und erfüllen damit nicht die Voraussetzung des t-Tests für Intervallskalierung (vgl. ebd.). Daher wird der Wilcoxon-Test genutzt, welcher „das nichtparamentrische Pendant zum t-Test für abhängige Stichproben“ (Rasch et al., 2014b, S. 105) ist. Er ist auch für Stichproben mit $N < 20$ geeignet (ebd.). Die Durchführung des Wilcoxon-Tests erfolgt mit dem Programm SPSS. Dabei werden nicht direkt die Messwerte, sondern die den Messwerten zugeordneten Ränge berücksichtigt. Das Programm SPSS berechnet den Z-Wert und den p-Wert. Aus diesen Größen kann ferner die Effektstärke r mit der Formel

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$$

[114] Die Soziometrie wurde nur von den Schülerinnen und Schülern mit positiver Einverständniserklärung ausgefüllt. Auch die Lehrerfragebögen wurden nur für Schülerinnen und Schüler mit positiver Einverständniserklärung ausgefüllt. Genauso wurde in den Interviews nur über diejenigen Schülerinnen und Schüler gesprochen, bei denen eine positive Einverständniserklärung vorlag. Lernende ohne positive Einverständniserklärung nahmen am Unterricht teil. Sie werden jedoch im Rahmen dieser Studie nicht weiter betrachtet.

approximiert werden (Bühner & Ziegler, 2009). Hierbei ist N die Stichprobengröße. Zur Einschätzung der Effektstärken r im Wilcoxon-Test gilt nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009):

$0{,}1 \leq r < 0{,}3$	kleiner Effekt
$0{,}3 \leq r < 0{,}5$	mittlerer Effekt
$r \geq 0{,}5$	großer Effekt

Unabhängige Stichproben (Vergleich von zwei Gruppen) wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz geprüft. Hierbei konnte ebenfalls kein t-Test (für unabhängige Stichproben) genutzt werden, weil die Daten nicht intervallskaliert sind. Der Mann-Whitney-U-Test wird ebenfalls mit dem Programm SPSS durchgeführt. Dabei berücksichtigt der Mann-Whitney-U-Test ebenfalls nicht direkt die Messwerte, sondern die den Messwerten zugeordneten Ränge. Es werden jeweils das Mann-Whitney-U und der p-Wert berichtet.

Bei der soziometrischen Erhebung wurden die Schülerinnen und Schüler nach (nicht) geeigneten Sitzpartnerinnen und Sitzpartnern bzw. (nicht) geeigneten Experimentierpartnerinnen und Experimentierpartnern befragt. Die gewonnenen Daten wurden in Soziomatrizen im Programm Excel übertragen. Hierbei wurden positive Nennungen mit einem +, negative Nennungen mit einem – und Nicht-Nennungen von Schülerinnen und Schüler mit einem x bezeichnet (vgl. Kulawiak & Wilbert, 2015). Wenn Vornamen in der Lerngruppe doppelt vorkommen, sollten die Lernenden den ersten Buchstaben des Nachnamens zusätzlich notieren. Sollte von den Lernenden ein Kind mit Vorname V (ohne Nennung des ersten Buchstabens des Nachnamens) als positiv und ein anderes Kind mit dem gleichen Vornamen (ohne Nennung des ersten Buchstabens des Nachnamens) als negativ eingetragen werden, werden beide Lernenden als Nicht-Nennungen betrachtet. Sollen beide Kinder mit dem gleichen Vornamen V (ohne Nennung des ersten Buchstabens des Nachnamens) als positiv oder negativ genannt werden, erhalten sie entsprechend ein Plus oder Minus in der Soziomatrix. Sollte ein Kind als positiv und negativ genannt werden, wird es auch als Nicht-Nennung betrachtet. Wenn Vornamen nicht lesbar sind, werden sie nicht berücksichtigt. Abkürzungen werden, soweit möglich, den Langformen der Vornamen zugeordnet.

Die Anzahl an spaltenweisen positiven Nennungen (+), negativen Nennungen (–) und Nicht-Nennungen (x) wird vom Programm Excel gezählt. Die gewonnenen Daten werden in das Programm SPSS übertragen. In diesem Schritt werden die Daten anonymisiert. In Anlehnung an Kulawiak und Wilbert (2015) werden Schülerinnen und Schüler, die am Tag der Erhebung nicht anwesend waren, nicht berücksichtigt.[115] Nennungen von Lernenden im Hinblick auf nicht anwesende Schülerinnen und Schüler werden entsprechend nicht in die Auswertung einbezogen. Somit reduziert sich die Stichprobe, weil nicht alle Schülerinnen und Schüler im Pre- und/oder Post-Test anwesend waren. Gleichzeitig lassen sich Daten über die soziale Integration in der Lerngruppe je nach Anzahl der nicht anwesenden Schülerinnen und Schüler nicht sinnvoll interpretieren (Kulawiak & Wilbert, 2015). Es lassen sich jedoch Aussagen im Hinblick auf die Stichprobe formulieren.

[115] Dies trifft selbstverständlich auch auf Schülerinnen und Schüler ohne positive Einverständniserklärung zu.

Anhand der Formeln nach Schneider (1975), Crott (1979) bzw. Dollase (1973)[116]

$$\text{Wahlen (normiert)} = \frac{\text{Anzahl der Wahlen}}{N-1} \text{ bzw. Ablehnungen (normiert)} = \frac{\text{Anzahl der Ablehnungen}}{N-1}$$

(mit der Stichprobengröße N) wurden die Anzahl an Wahlen und die Anzahl an Ablehnungen normiert (sog. Wahl- bzw. Ablehnstatus), sodass ein Vergleich über die einzelnen Lerngruppen hinweg möglich ist. Zusätzlich werden auch die Nicht-Nominierungen („Egal“) für beide Fragen betrachtet. Somit handelt es sich bei den normierten Wahlen, Ablehnungen und Nicht-Nominierungen auch um intervallskalierte Variablen auf dem Intervall [0:1].

Die Unterschiede bei abhängigen Stichproben (Pre-Post-Vergleich) werden ebenso mit dem Wilcoxon-Test auf Signifikanz geprüft (vgl. Bühner & Ziegler, 2009; Rasch et al., 2014b; vgl. Anmerkungen oben). Dabei sind die normierten Wahlen, Ablehnungen und Nicht-Nominierungen zwar intervallskaliert, es sind jedoch nicht alle Variablen normalverteilt. Entsprechend ist ein t-Test für abhängige Variablen nicht möglich (Bühner & Ziegler, 2009). Die Ermittlung der Effektstärke beim Wilcoxon-Test wurde weiter oben erläutert.

Die Unterschiede von unabhängigen Stichproben (Gruppenvergleiche) werden auch bei der Soziometrie mit dem Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz geprüft (vgl. Bühner & Ziegler, 2009; Rasch et al., 2014b; vgl. Anmerkungen oben). Die Variablen sind zwar intervallskaliert, aber auch hier sind nicht alle Variablen normalverteilt. Somit ist auch hier kein t-Test für unabhängige Variablen möglich. Die Ermittlung der Effektstärke beim Mann-Whitney-U-Test wurde weiter oben erläutert.

Typisch für soziometrische Erhebungen ist die Frage *Neben welchem Kind aus deiner Klasse möchtest du (nicht) sitzen?* (vgl. Kulawiak & Wilbert, 2015). Ausgehend von Wahlen und Ablehnungen kann auf die soziale Integration geschlossen werden (ebd.) In diesem Projekt wurde zusätzlich die Frage nach dem Experimentierpartnerin bzw. dem Experimentierpartner genutzt und es muss überprüft werden, inwiefern diese beiden soziometrischen Erhebungsmethoden das gleiche Konstrukt messen und die Methode der Frage nach dem Experimentierpartner ein valides Instrument zur Erfassung der sozialen Integration darstellt. Dabei wird in Anlehnung an Campbell und Fiske (1959) zur Feststellung der konvergenten und diskriminanten Validität die Multitrait-Multimethod Matrix für die beiden Erhebungsmethoden (methods: Soziometrie mit Frage nach Sitzpartnerin bzw. Sitzpartner bzw. Soziometrie mit Frage nach Experimentierpartnerin bzw. Experimentierpartner ermittelt) und die Konstrukte (traits; Ablehnungen, Nicht-Nominierungen, Wahlen) bestimmt. In dieser Matrix werden die Korrelationen zwischen den einzelnen Konstrukten und Methoden eingetragen (ebd.). Besonders relevant sind die Korrelationen zwischen gleichen Konstrukten und unterschiedlichen Methoden (*heteromethod-monotrait-Korrelationen*) (ebd.; Bortz & Döring, 2015; Casale et al., 2019). Dabei können die *heteromethod-monotrait-Korrelationen*, wie auch andere Korrelationen, nur Werte zwischen -1 und +1 annehmen (Rasch et al., 2014a).

Zur Überprüfung von konvergenter und diskriminanter Validität müssen nach Campbell und Fiske (1959) folgende Kriterien erfüllt sein (vgl. auch Bortz & Döring, 2015; Casale et al., 2019):

[116] Huber (2006) nutzt eine andere Definition des sogenannten Wahl- und Ablehnstatus. Da diese Definition jedoch abhängig vom Mittelwert der jeweiligen Lerngruppen ist, lässt sie sich hier nicht anwenden.

1) Die *heteromethod-monotrait-Korrelationen* sollten möglichst hoch und statistisch von null verschieden sein (Campbell & Fiske, 1959). In Anlehnung an Casale et al. (2019) wird eine Korrelation von $r > 0{,}5$ als hoch betrachtet.
2) Die *heteromethod-monotrait-Korrelationen* sollten größer sein als die errechneten Korrelationen für unterschiedliche Konstrukte bei gleicher Methode (*monomethod-heterotrait-Korrelationen*) (Campbell & Fiske, 1959).
3) Die *heteromethod-monotrait-Korrelationen* sollten größer sein als die errechneten Korrelationen für unterschiedliche Konstrukte bei unterschiedlicher Methode (*heteromethod-heterotrait-Korrelationen*) (ebd.).

Im Fall, dass Kriterium 1) erfüllt ist, ist die konvergente Validität erfüllt (Campbell & Fiske, 1959; Casale et al., 2019). Wenn die Kriterien 2) und 3) erfüllt sind, ist dies ein Nachweis für die diskriminante Validität (ebd.).

Die einzelnen bivarianten Korrelationen lassen sich mit SPSS berechnen, wobei die erhobenen Daten aus dem Pre- und Post-Test verwendet wurden. Aus der daraus entstehenden Multitrait-Multimethod Matrix lassen sich die einzelnen Kriterien 1) bis 3) überprüfen.

9.1.3.5 Auswertungsdesign für die qualitativen Daten

Die qualitativen Daten in Form der durchgeführten Lehrerinterviews wurden im Anschluss an die Transkription mit den Transkriptionsregeln von Dresing und Pehl (2015) mit Hilfe von qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2015; Kuckartz, 2018) ausgewertet.[117]

Ziel der Inhaltsanalyse ist es „fixierte Kommunikation [zu] analysieren“ (Mayring, 2015, S. 13). Dabei ist qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (ebd.) kein „Standardinstrument, das immer gleich aussieht“ (ebd., S. 51). Insbesondere nennt Mayring (ebd.) drei Gundformen der qualitativen Inhaltsanalyse, welche er mit Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung bezeichnet:

- Zusammenfassung: Ziel der Inhaltsanalyse ist eine Reduktion des Materials, wobei die für die Forschungsfrage zentralen Inhalte erhalten bleiben (ebd.).
- Explikation: Ergänzung von unklaren Abschnitten durch zusätzliches Material, sodass diese Abschnitte verständlich(er) werden (ebd.).
- Strukturierung: Ziel der strukturierenden Inhaltsanalyse ist es „bestimmte Aspekte aus dem Material herauszufiltern“ (ebd., S. 67).

Bei der Auswertung der Lehrerinterviews handelt es sich um eine zusammenfassende Inhaltsanalyse. Entsprechend wird an dieser Stelle auch nur auf diese Form eingegangen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass das Material auf unterschiedlichen Foki bzw. Hauptthemen (soziale Integration und Hilfsbereitschaft, allgemeines Arbeitsverhalten, Selbstständigkeit) durchgearbeitet wurde.

Auch bei der zusammenfassenden Inhaltsanalyse gibt es keine allgemeine Vorgehensweise, die immer Schritt für Schritt durchgeführt wird (Mayring, 2015). Entsprechend gilt es auch hier die Vorgehensweise an die Charakteristika des Materials anzupassen, wobei die Vorgehensweise in einem Ablaufmodell festgelegt und präsentiert

[117] Die Anonymisierung der Daten erfolgte im Anschluss an die Transkription.

werden sollte (ebd.). Gleichzeitig gibt es gewisse Charakteristika, welche die qualitative Inhaltsanalyse ausmachen (Mayring, 2015; Kuckartz, 2018) und den Ablauf der qualitativen Inhaltsanalyse bestimmen. Dementsprechend zeigt Abbildung 39 in Anlehnung an Kuckartz (ebd.) die Vorgehensweise bei der Auswertung der Lehrerinterviews.

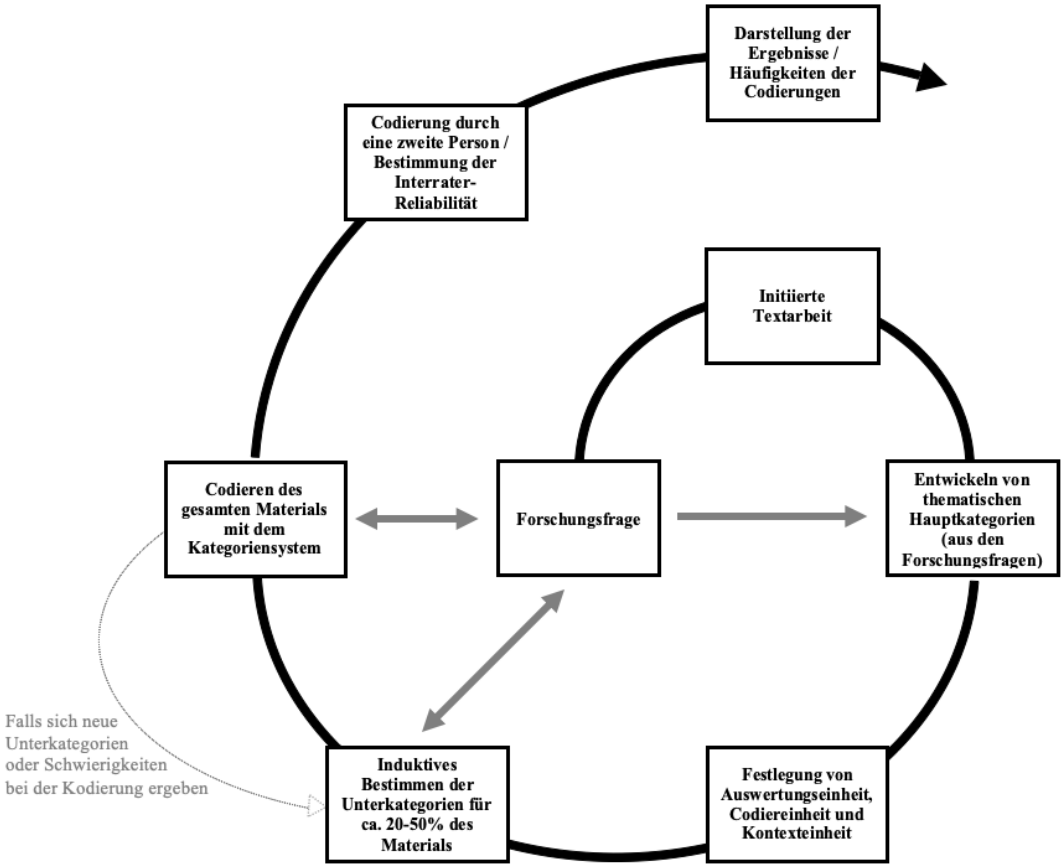


Abbildung 39: Vorgehensweise bei der qualitativen Inhaltsanalyse mit induktiver Bildung der Unterkategorien in Anlehnung an Kuckartz (2018).

In einem ersten Schritt wurde (ausgehend von den formulierten Forschungsfragen) initiierte Textarbeit durchgeführt, was nach Mayring (2015) bzw. Kuckartz (2018) insbesondere das Markieren von wichtigen Textstellen und das Schreiben von Memos einschließt.

Als Auswertungseinheit (Mayring, 2015; Kuckartz, 2018) wurde jeweils das gesamte Interviewtranskript bestimmt. Als Codiereinheit, d.h. dem kleinsten auswertbaren Textbestandteil (ebd.), wurden zustimmende bzw. ablehnende Laute (z.B. in Form von *ja*, *nein* oder zustimmendes bzw. ablehnendes *Mhm*) auf eine vorab vom Interviewer formulierte Fragestellung dem Leitfaden entsprechend festgelegt. Um der Forderung von Kuckartz (2018) nachzukommen, dass Codiereinheiten Sinneinheiten sein sollen, wurde in diesem Fall die Frage mit codiert. Auf diese Weise bleiben die Textsegmente auch ohne den Text verständlich (ebd.). Gleichzeitig wurde im Sinne von Kuckartz (ebd.) beachtet, dass „sich die codierten Segmente durchaus überlappen oder ineinander verschachtelt sein können“ (ebd., S. 43). Auch hier wurde entsprechend darauf geachtet, dass der Sinnzusammenhang erhalten bleibt (vgl. ebd.). Als Kontexteinheit, d.h. dem größten Textbestandteil, welcher unter eine Kategorie fallen kann (ebd.), wurde das gesamte Transkript festgelegt. In einem nächsten Schritt werden die Oberkategorien festgelegt:

Kategorien bzw. das Kategoriensystem, als Menge aller Kategorien, sind zentral für die qualitative Inhaltsanalyse (Mayring, 2015; Kuckartz, 2018) und der entscheidende Teil der Inhaltsanalyse um die Ergebnisse vergleichbar zu machen (Mayring, 2015), wobei hierzu insbesondere eine Operationalisierung der Kategorien unabdingbar ist (Kuckartz, 2018). Dabei sollen nach Kuckartz (ebd.) zu jeder Kategorie folgende Informationen gegeben werden: Bezeichnung der Kategorie, Definition der Kategorie bzw. inhaltliche Beschreibung, Ankerbeispiel(e) und Codierregeln, d.h. Regeln, wann die Kategorie codiert werden soll. Die Beschreibung dieser Aspekte erfolgt tabellarisch.[118] Darüber hinaus ist es optional weitere Anwendungen der Kategorie zu nennen und die Abgrenzung zu anderen Kategorien zu beschreiben (ebd.).

Bei der Operationalisierung der Kategorien bzw. der Aufstellung des Kategoriensystems ist insbesondere darauf zu achten, dass das Kategoriensystem „disjunkt, plausibel, erschöpfend, gut präsentierbar und kommunizierbar“ (Kuckartz, 2018, S. 85) ist. Mit disjunkt ist hierbei gemeint, dass eine Aussage nicht in zwei oder mehr Kategorien eingeordnet werden kann (ebd.).

In einem ersten Schritt wurden die Oberkategorien deduktiv bzw. A-priori (Kuckartz, 2018) aus den Forschungsfragen bzw. dem Interviewleitfaden heraus entwickelt. Einzelne Oberkategorien wurden ferner induktiv aus dem Interviewmaterial heraus gewonnen, was nach Kuckartz (ebd.) einer im Allgemeinen deduktiven Formulierung der Oberkategorien nicht im Wege steht. Gleichzeitig kann es auch passieren, dass sich die Formulierung der deduktiv gewonnenen Oberkategorien bei der Analyse des Materials verändert – sogenannte deduktiv-induktive Kategorienbildung (ebd.).

In der Regel werden in einem nächsten Schritt 20 bis 50% des vorliegenden Materials zur induktiven Erstellung der Unterkategorien genutzt (Kuckartz, 2018). Aufgrund der geringen Anzahl an Interviews im ersten Mesozyklus wurde in diesem Zyklus davon abgewichen und es wurden bereits 100% des Materials für die Erstellung der Unterkategorien genutzt. Die Vorgehensweise bei der induktiven Bildung der Unterkategorien ist hierbei wie folgt: Wenn zum ersten Mal eine Aussage gefunden wird, die zu einer der Oberkategorien passt wird in Anlehnung an die Kategoriendefinition nach Kuckartz (2018) – Bezeichnung der Kategorie, Definition der Kategorie, Ankerbeispiel(e) und Codierregeln – formuliert (sogenannte Generierung). „Wenn das nächste Mal das Selektionskriterium erfüllt ist, wird entschieden, ob die Textstelle unter die bereits gebildete Kategorie fällt (Subsumption) oder eine neue Kategorie zu bilden ist“ (Mayring, 2015, S. 87). Auf diese Weise ergibt sich nach und nach aus dem Material das Kategoriensystem aus Ober- und Unterkategorien (ebd.; Kuckartz, 2018).

Im Anschluss an die Erarbeitung des Kategoriensystems wird das Material anhand der operationalisierten Unterkategorien (erneut) kategorisiert. Gegebenenfalls kann sich hierbei ergeben, dass es Probleme bei der Trennschärfe bzw. Ungenauigkeiten in der Definition gibt (ebd.). In diesem Fall ist das Kategoriensystem anzugleichen. Das gesamte Material wird erneut codiert (ebd.).

Nach Kuckartz (2018) gilt es bei der qualitativen Inhaltsanalyse Gütekriterien der internen und externen Studiengüte zu berücksichtigen, wobei bei der Inhaltsanalyse als Auswertungsverfahren der Fokus eher auf der internen Studiengüte liegt. Die externe Studiengüte wird vielmehr vom gesamten Design der Studie beeinflusst (ebd.). Im Zusammenhang mit der internen Studiengüte spricht Kuckartz (2018) von „Zuverlässigkeit, Verlässlichkeit, Auditierbarkeit, Regelgeleitheit, intersubjektive[r] Nachvollziehbarkeit, Glaubwürdigkeit“ (ebd., S. 203) und führt diese Punkte auf den Seiten

[118] Die tabellarischen Kategoriensysteme können im Anhang dieser Arbeit nachvollzogen werden.

204 und 205 in einem Kriterienkatalog näher aus. Ausgehend von diesem Kriterienkatalog werden im Folgenden nähere Angaben zur Erfüllung der von Kuckartz (ebd.) formulierten Gütekriterien gegeben: Die Interviews wurden mit einem Audioaufnahmegerät aufgezeichnet, wobei zusätzlich die Umstände der Aufnahme knapp dokumentiert wurden. In allen Fällen wurden die Interviews in der Schule in einem (möglichst) ruhig gelegenen Raum durchgeführt. Ferner wurden jeweils Freistunden der Lehrkräfte genutzt. Die Interviews wurden vom Autor dieser Arbeit bzw. Studierenden vollständig nach den Transkriptionsregeln von Dresing und Pehl (2015) transkribiert, wobei keine Transkriptionssoftware verwendet wurde.

Für die Auswertung wurde eine zusammenfassende Inhaltsanalyse (vgl. Mayring, 2015; Kuckartz, 2018) genutzt, um das Material einerseits auf die relevanten Punkte zu reduzieren und andererseits die Inhalte zu erhalten (vgl. Mayring, 2015). Inwiefern das Programm MAXQDA zur Auswertung der Interviews verwendet wurde, wird jeweils im Rahmen der Ergebnisdarstellung angegeben.

Es wurden alle erhobenen Interviews bei der Auswertung berücksichtigt. Für die initiierte Textarbeit wurden in allen Fällen gedruckte Versionen der Transkripte genutzt. Die Kategorien wurden in Anlehnung an die Forderungen von Kuckartz (2018) operationalisiert, wobei insbesondere Belegzitate aus den Interviews genutzt wurden. Das Material wurde ohne Berücksichtigung der initiierten Textarbeit zweimal durchlaufen. Handschriftliche Memos wurden genutzt, um Schwierigkeiten bei der Codierung zu markieren. Die Anzahl an Codierungen wird im Ergebnisteil jeweils präsentiert.

Die Intercoder-Reliabilität besitzt in der qualitativen Inhaltsanalyse eine besondere Bedeutung (Mayring, 2015; Kuckartz, 2018). Dabei bezieht sich die Intercoder-Reliabilität jedoch nicht auf die Erstellung des Codierleitfadens an sich (ebd.). So schreibt Kuckartz (2018) diesbezüglich:

> „Weil die Kategorienbildung aber nun von der individuellen Kategorienbildungskompetenz und dem aktiven Tun abhängig ist, lässt sich für den Akt der Konstruktion eines Kategoriensystems keine intersubjektive Übereinstimmung, keine Reliabilität, postulieren. Der möglicherweise bestehende Anspruch, dass sich beim induktiven Codieren durch mehrere Personen oder Mitglieder eines Teams die gleichen Kategorien ergeben, lässt sich nicht erfüllen. Deshalb ist es auch nicht sinnvoll, für die Kategorienbildung Koeffizienten der Übereinstimmung oder generell die Intercoder-Reliabilität zu berechnen“ (ebd., S. 72f).

Entsprechend wurden von einer zweiten Person jeweils ein Teil – in den jeweiligen Abschnitten wird jeweils angegeben, wie groß dieser Teil ist – des Materials anhand des Kategoriensystems erneut codiert. Die ermittelte Intercoder-Reliabilität wird im Ergebnisteil genannt. Im Falle, dass die Auswertung mit der Software MAXQDA erfolgt, wird der vom Programm angegebene Wert für die Intercoder-Reliabilität genannt. Nicht codierte Kategorien werden als Übereinstimmungen gewertet. In den anderen Fällen wird die Intercoder-Reliabilität in Anlehnung an Holsti (1969, S. 140) mit der Formel

$$r = \frac{\#_{Codierer} \cdot \#_{Übereinstimmungen}}{\#_{Alle\ Codierungen}} = \frac{2 \cdot \#_{Übereinstimmungen}}{\#_{Alle\ Codierungen}}$$

berechnet, wobei die Anzahl der Codierer zwei beträgt. Nach Neuendorf (2002) ist eine Intercoder-Reliabilität von $r \geq 0{,}9$ als sehr gut bezeichnet. Eine Übereinstimmung von $r \geq 0{,}8$ ist gut (ebd.). Ob Intercoder-Reliabilitäten von $r < 0{,}8$ noch angemessen sind kann der Literatur aufgrund der Uneinigkeit der Autorinnen und Autoren (vgl. auch Mayring, 2015; Kuckartz, 2018) nicht abschließend entnommen werden. Bei Nicht-Übereinstimmung wurde über die unterschiedlichen Codierungen gesprochen.

9.1.4 Datenanalyse

9.1.4.1 Ergebnisse zur Ersteinschätzung mit der ITRF

Insgesamt wurden 80 Schülerinnen und Schüler von ihren Physik- bzw. NW-Lehrkräften mit der ITRF (Casale et al., 2019) einem universellen Verhaltensscreening unterzogen. Die ausgefüllten Fragebögen wurden durch das Bilden von Summenscores ausgewertet (Casale et al., 2019). Im Mittel erreichten die Schülerinnen und Schüler in den Lerngruppen einen Summenscore von $M = 8{,}76$ ($SD = 8{,}47$). Aufgrund der Tatsache, dass zum damaligen und auch jetzigen Zeitpunkt keine Normen bzw. cut-off-Grenzen zur ITRF (Casale et al., 2019) veröffentlicht wurden, werden die 20% (vgl. Abschnitt 3.2) der Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Gefühls- und Verhaltensstörungen pro Klasse gesondert von der übrigen Lerngruppe betrachtet. 20% der Schülerinnen und Schüler entspricht vier Lernenden pro Lerngruppe, d.h. insgesamt 16 Schülerinnen und Schüler. Im Mittel wurden für diese 20% der Lernenden mit den externalisierensten Gefühls- und Verhaltensstörungen ein Summenscore von $M = 21{,}19$ ($SD = 5{,}22$) ermittelt (Gruppe 1). Der Mittelwert für die übrigen 64 Lernenden beträgt $M = 5{,}66$ ($SD = 5{,}87$) – Gruppe 0. Tabelle 31 zeigt die ermittelten Summenscores für die einzelnen Lerngruppen.

Schulform	Gymnasium 1	Gesamtschule 1	Gesamtschule 2	Gymnasium 2
Schule Nr.	1	2	3	4
N (Gruppe 1)	4	4	4	4
M (Gruppe 1)	22,5	23,75	22,00	16,50
SD (Gruppe 1)	3,00	2,50	3,74	8,10
N (Gruppe 0)	16	16	15	17
M (Gruppe 0)	3,13	10,56	5,87	3,24
SD (Gruppe 0)	6,32	6,57	4,36	2,08

Tabelle 31: Mittelwerte der ITRF-Summenscores für die verschiedenen Lerngruppen im 1. Mesozyklus.

9.1.4.2 Ergebnisse zur Lehrereinschätzliste

Für die 16 Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensstörungen (ca. 20% pro Lerngruppe, erhoben mit der ITRF, Casale et al., 2019) wurden die Skalen Kooperation (KP), Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft (E+H), Sozialkontakt (SK) im Bereich Sozialverhalten, sowie Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer (A+A), Konzentration (KO), Selbstständigkeit (S) im Bereich Lernverhalten der

LSL (Petermann & Petermann, 2013) von den Physik- bzw. NW-Lehrkräften ausgefüllt. Für die einzelnen Skalen wurden für jede Schülerin bzw. jeden Schüler die Summenscores ermittelt (vgl. ebd.). Die Werte wurden entsprechend dem Manual (ebd.) in T-Werte umgewandelt, sodass eine Vergleichbarkeit bzw. weitere Auswertung über Klassen und Schulen hinweg möglich ist.[119]

Skala:	N	M (Pre-Test)	SD (Pre-Test)	M (Post-Test)	SD (Post-Test)
Sozialverhalten					
KP	16	38,44	9,82	36,75	9,17
E+H	16	39,63	7,62	46,00	6,71
SK	15	36,93	5,52	39,67	8,03
Lernverhalten					
A+A	15	37,20	6,04	36,67	9,90
KO	16	34,81	9,80	37,94	6,09
S	16	37,63	16	39,81	6,64

Tabelle 32: Mittelwerte der T-Werte im Pre- und Post-Test für die Skalen KP, E+H, SK, A+A, KO, S im 1. Mesozyklus.[120]

Zur Überprüfung der Signifikanz der Unterschiede wurden jeweils Wilcoxon-Tests durchgeführt. Bei den Skalen zum Sozialverhalten sind nur die Unterschiede in der Skala Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft (E+H) signifikant (KP: $Z = -1{,}01$, p = 0,310; E+H: $Z = -2{,}67$, $p = 0{,}008$; SK: $Z = -1{,}081$, $p = 0{,}280$). Bei der Veränderung in der Skala Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft handelt es sich bei einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0{,}67$ um einen starken Effekt (Cohen, 1992; Bühner & Ziegler, 2009). Ferner ist keine der erhobenen Differenzen in den Skalen zum Lernverhalten (A+A, KO bzw. S) signifikant (A+A: $Z = -0{,}57$, $p = 0{,}955$; KO: $Z = -0{,}49$, $p = 0{,}624$; S: $Z = -1{,}26$, $p = 0{,}208$).

Bezogen auf das Forschungsprojekt erscheint darüber hinaus die Betrachtung einzelner Items relevant, welche sich durch besondere Nähe zu den an die Lernumgebung gestellten Anforderungen auszeichnen. Diese Items sind in Tabelle 33 dargestellt. Zusätzlich finden sich in Tabelle 33 die Mittelwerte im Pre- bzw. Post-Test. Bezogen auf die Items 1 bis 5 zur Kooperationsfähigkeit zeigt sich, dass die Mittelwerte im Pre-Test in der Regel höher sind als im Post-Test. Eine Ausnahme hierbei bilden die Items 3 und 4. Die Mittelwertunterschiede für die Items 1 bis 5 aus Tabelle 33 sind jedoch statistisch nicht signifikant (Wilcoxon-Test; Item Nr: 1; $Z = -0{,}277$, $p = 0{,}782$; 2: $Z = -0{,}258$; $p = 0{,}796$; 3: $Z = -1{,}459$; $p = 0{,}145$; 4: $Z = 0{,}000$; $p = 1{,}000$; 5: $Z = -1{,}000$; $p = 0{,}317$). Weiter oben wurde bereits nachgewiesen, dass sich bei der Skala Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft signifikante Effekte nachweisen ließen. Dies trifft ebenfalls auf die sich in dieser Skala befindlichen Items 16 und 17 zu (Wilcoxon-Test; Item Nr. 16: $Z = -2{,}530$; $p = 0{,}011$; 17: $Z = -2{,}530$, $p = 0{,}011$). In beiden Fällen handelt es sich um einen großen Effekt nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0{,}63$. Auch der Unterschied von Pre- und Post-Test bei

[119] Man beachte, dass die Normierung der LSL von Petermann & Petermann (2013) keine Daten aus Gymnasialklassen berücksichtigt. Um eine gemeinsame Auswertung aller Lerngruppen zu realisieren, werden dennoch auch für die Gymnasialklassen die T-Werte aus dem LSL-Manual (ebd.) genutzt.

[120] Bei den Skalen SK und A+A konnte bei einem Mädchen der Rohwert nicht in den T-Wert übertragen werden, weil für einen derart geringen Wert kein T-Wert im Manual (Petermann & Petermann, 2013) zur Verfügung gestellt wird.

Item 30 *Will zu einer Gruppe gehören* ist statistisch signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}39$; $p = 0{,}017$). Es handelt sich auch hier um einen großen Effekt nach Cohen (1992) und Bühner und Ziegler (2009) mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0{,}60$.

Item	Aussage	Skala	M Pre	SD Pre	M Post	SD Post
Sozialverhalten						
1	Arbeitet mit anderen in einer Gruppe zusammen.	KO	1,50	0,63	1,44	0,63
2	Zeigt Freude am gemeinsamen Tun.	KO	1,44	0,63	1,50	0,82
3	Lässt fremde Beiträge gelten.	KO	1,69	0,87	1,31	0,60
4	Schließt Kompromisse.	KO	1,13	0,81	1,13	0,62
5	Akzeptiert gemeinsame Ziele.	KO	1,38	0,89	1,19	0,54
16	Erkennt, wenn andere Hilfe brauchen.	E+H	1,13	0,62	1,63	0,50
17	Hilfe aus eigener Initiative.	E+H	1,13	0,72	1,63	0,72
30	Will zu einer Gruppe gehören.	SK	1,69	0,60	2,38	0,62
Lernverhalten						
31	Arbeitet ohne ständige Rückmeldung / Hilfe.	A+A	1,13	0,62	0,88	0,81
41	Führt eine Aufgabe vollständig allein aus.	S	0,94	0,77	1,00	0,73
42	Holt nur Hilfe, wenn dies die Aufgabe erfordert.	S	1,13	0,86	1,19	0,66

Tabelle 33: Einzelne Items aus der LSL (Petermann & Petermann, 2013), welche die größte Relevanz im Hinblick auf das Forschungsprojekt aufweisen, im 1. Mesozyklus.

Bei Item 31 zeigt sich eine starke Verringerung des Mittelwerts über alle Schülerinnen und Schüler hinweg. Die Verringerung ist jedoch nicht statistisch signifikant (Wilcoxon-Test: Item 31: $Z = -1{,}265$; $p = 0{,}206$). Bei den Items 41 und 42 zeigt sich ein leicht höherer Mittelwert. Hier sind die Effekte ebenfalls statistisch nicht signifikant (Wilcoxon-Test: 41: $Z = -0{,}277$; $p = 0{,}782$; 42: $Z = -0{,}333$; $p = 0{,}739$).

9.1.4.3 Ergebnisse zur sozialen Integration

In einem ersten Schritt werden in diesem Abschnitt die Ergebnisse aus der soziometrischen Ergebung der beiden Fragen

- Neben wem möchtest du im Physikunterricht (nicht) sitzen? und
- Mit wem möchtest du im Physikunterricht (nicht) zusammen experimentieren?

getrennt voneinander vorgestellt (vgl. auch Tabelle 34). Anschließend wird aufgezeigt, inwiefern die Daten der beiden Fragen miteinander korrelieren bzw. die gleichen Konstrukte gemessen werden. Für die Frage nach dem Sitznachbarn bzw. der Sitznachbarin zeigt sich, dass die Lernenden in Gruppe 1 signifikant stärker abgelehnt werden als die übrigen Schülerinnen und Schüler (Mann-Whitney-Test; $U = 178{,}000$; $p = 0{,}000$). Entsprechend haben diese Schülerinnen und Schüler – bezogen auf die Stichprobe – eine höhere Wahrscheinlichkeit zur Ablehnung durch ihre Mitschülerinnen und Mitschüler.[121]

[121] Man beachte, dass dies kein Nachweis dafür ist, dass diese Schülerinnen und Schüler eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss aus ihrer Lerngruppe haben, weil nicht alle Lernenden der Klassen an der Studie beteiligt waren (vgl. auch Kulawiak & Wilbert, 2015).

Gleichzeitig erhalten diese Lernenden signifikant weniger Nicht-Nominierungen und Wahlen (Mann-Whitney-Test; Nicht-Nominierungen: $U = 249{,}000$; $p = 0{,}004$; Wahlen: $U = 246{,}500$; $p = 0{,}004$) von ihren Mitschülerinnen und Mitschülern.

0=weniger extern. (80%) 1=externalisierend (20%)		Egal Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Wahl Pre (Exp.) normiert	Egal Pre (Sitz) normiert	Ablehnung Pre (Sitz) normiert	Wahl Pre (Sitz) normiert
0	M	0,4094	0,2476	0,3430	0,3947	0,2381	0,3671
	N	59	59	59	59	59	59
	SD	0,12755	0,16248	0,14236	0,12797	0,17663	0,15725
1	M	0,3197	0,4451	0,2352	0,2846	0,4709	0,2445
	N	16	16	16	16	16	16
	SD	0,10499	0,19683	0,12042	0,14446	0,19789	0,11888

Tabelle 34: Ergebnisse der soziometrischen Erhebung im Pre-Test für die Schülerinnen und Schüler mit stark ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%; Gruppe 1) und die übrigen Lernenden (80%; Gruppe 0).

Ähnliche Ergebnisse zeigt auch die Frage nach dem Experimentierpartner bzw. der Experimentierpartnerin (vgl. auch Tabelle 34): Die Schülerinnen und Schüler aus Gruppe 1 erhalten im Pre-Test signifikant mehr Ablehnungen als Experimentierpartnerin bzw. -partner (Mann-Whitney-Test; $U = 200{,}000$; $p = 0{,}000$) und signifikant weniger Nicht-Nominierungen und Wahlen (Mann-Whitney-Test; Nicht-Nominierungen: $U = 287{,}000$; $p = 0{,}016$; Wahlen: $U = 255{,}500$; $p = 0{,}005$). Auch hier zeigt sich – bezogen auf die Stichprobe – eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss der Schülerinnen und Schüler.

Ein Ziel der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* ist die explizite Verbesserung der sozialen Integration aller Schülerinnen und Schüler in den teilnehmenden Lerngruppen (vgl. Abschnitte 3.5.1, 9.1.2.6). Im Mittel zeigt sich in den Ergebnissen (vgl. auch Tabelle 35) der soziometrischen Erhebung zur Wahl der Sitznachbarin bzw. des Sitznachbars, dass es im Post-Test signifikant weniger Ablehnungen in den Lerngruppen gibt (Wilcoxon-Test: $Z = -4{,}220$; $p = 0{,}000$; Korrelationskoeffizient $r = 0{,}49$). Nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) handelt es sich um einen mittleren Effekt. Die Nicht-Normierungen in den Lerngruppen weisen eine positiv signifikante Veränderung auf (Wilcoxon-Test: $Z = -3{,}068$; $p = 0{,}002$; Korrelationskoeffizient r = 0,35). Hierbei handelt es sich nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) um einen mittleren Effekt. Die leichte Verringerung an Wahlen von Pre- und Post-Test ist nicht signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}244$; $p = 0{,}807$). Die soziometrische Erhebung der gewünschten bzw. abgelehnten Experimentierpartnerinnen bzw. Experimentierpartner zeigt ähnliche Ergebnisse im Vergleich von Pre- und Post-Test (vgl. Tabelle 36). Im Post-Test gibt es signifikant weniger Ablehnungen (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}202$; $p = 0{,}028$) und gleichzeitig mehr Nicht-Nominierungen (Wilcoxon-Test: $Z = -3{,}146$; $p = 0{,}002$). Es handelt sich dabei nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) um einen kleinen (Ablehnungen: $r = 0{,}25$) bzw. einen mittleren (Nicht-Nominierung: $r = 0{,}36$) Effekt. Die Unterschiede bei den Wahlen sind nicht signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -1{,}378$; $p = 0{,}168$). Gerade Schülerinnen und Schüler mit externalisierenden Verhaltensweisen weisen eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss aus der Lerngruppe auf (von Salisch, 2008; Reicher, 2010a; Ellinger & Stein, 2012; Krull et al., 2014b; Krull et al., 2018; für diese Stichprobe vgl. auch Ergebnisse

weiter oben). Insbesondere für diese Lernenden erscheint es in höchstem Maße relevant die soziale Integration zu verbessern (vgl. Abschnitt 4.4).

Sitzplatz	Egal Pre (Sitz) normiert	Egal Post (Sitz) normiert	Ablehnung Pre (Sitz) normiert	Ablehnung Post (Sitz) normiert	Wahlen Pre (Sitz) normiert	Wahlen Post (Sitz) normiert
N	75	75	75	75	75	75
M	0,3712	0,4181	0,2878	0,2565	0,3410	0,3262
SD	0,13831	0,12935	0,20398	0,17899	0,15750	0,15303

Tabelle 35: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Sitzplatz für alle Schülerinnen und Schüler.

Experimentier-partner	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	75	75	75	75	75	75
M	0,3903	0,4375	0,2897	0,2356	0,3200	0,3261
SD	0,12789	0,14738	0,18757	0,18384	0,14422	0,15134

Tabelle 36: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Experimentierpartner.

Tabelle 37 zeigt die Ergebnisse der soziometrischen Erhebung für die Frage nach dem Sitzpartner für die 20% der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Gefühls- und Verhaltensstörungen.

Sitzplatz	Egal Pre (Sitz) normiert	Egal Post (Sitz) normiert	Ablehnung Pre (Sitz) normiert	Ablehnung Post (Sitz) normiert	Wahlen Pre (Sitz) normiert	Wahlen Post (Sitz) normiert
N	16	16	16	16	16	16
M	0,2846	0,3688	0,4709	0,3655	0,2445	0,2657
SD	0,14446	0,15362	0,19789	0,20370	0,11888	0,13525

Tabelle 37: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Sitzplatz für die Schülerinnen und Schüler mit stärker ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%).

Experimentier-partner	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	16	16	16	16	16	16
M	0,3197	0,3889	0,4451	0,3529	0,2352	0,2582
SD	0,10499	0,15996	0,19683	0,21485	0,12042	0,13250

Tabelle 38: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Experimentierpartner für die Schülerinnen und Schüler mit stärker ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%).

Wie auch bezogen auf die gesamte Lerngruppe zeigt sich eine signifikante Verringerung der Ablehnungen (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}513;\ p = 0{,}012$), jedoch ein nicht-

signifikanter Anstieg der Nicht-Nominierungen (Wilcoxon-Test: $Z = -1{,}875;\ p = 0{,}061$). Bei den Ablehnungen handelt es sich mit $r = 0{,}63$ um einen großen Effekt nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009). Die Anzahl der Wahlen verändert sich nicht signifikant zwischen Pre- und Post-Test (Wilcoxon Test: $Z = -0{,}352;\ p = 0{,}725$). Ähnliche Ergebnisse findet man auch für die Frage nach der Wahl zur Experimentierpartnerin bzw. zum Experimentierpartner (vgl. Tabelle 38). Im Post-Test gibt es signifikant weniger Ablehnungen (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}325;\ p = 0{,}020$) und einen signifikanten Anstieg der Nicht-Nominierungen (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}100;\ p = 0{,}036$). Dabei handelt es sich in beiden Fällen um einen großen Effekt nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) (Ablehnungen: $r = 0{,}58$; Nicht-Nominierungen: $r = 0{,}53$). Der leichte Anstieg an Wahlen ist nicht signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}599$; $p = 0{,}549$).

Sitzplatz	Egal Pre (Sitz) normiert	Egal Post (Sitz) normiert	Ablehnung Pre (Sitz) normiert	Ablehnung Post (Sitz) normiert	Wahlen Pre (Sitz) normiert	Wahlen Post (Sitz) normiert
N	59	59	59	59	59	59
M	0,3947	0,4415	0,2381	0,2269	0,3671	0,3426
SD	0,12797	0,11997	0,17663	0,16118	0,15725	0,15447
Z	-2,614		-0,907		-1,748	
p	0,009		0,365		0,080	

Tabelle 39: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Sitzplatz für die Schülerinnen und Schüler mit weniger stark ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (80%) inklusive der Ergebnisse des Wilcoxon-Tests.

Experimentier-partner	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	59	59	59	59	59	59
M	0,4094	0,4507	0,2476	0,2038	0,3430	0,3445
SD	0,12755	0,14237	0,16248	0,16236	0,14236	0,15188
Z	-2,383		-3,353		-0,035	
p	0,017		0,001		0,972	

Tabelle 40: Ablehnungen, Nicht-Nominierungen und Wahlen in der soziometrischen Erhebung zum Experimentierpartner für die Schülerinnen und Schüler mit weniger stark ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (80%) inklusive der Ergebnisse des Wilcoxon-Tests.

Für die übrigen 80% der Schülerinnen und Schüler zeigt sich im Post-Test sowohl bei der Frage nach der Sitznachbarin bzw. dem Sitznachbarn, als auch bei der Frage nach der Experimentierpartnerin bzw. dem Experimentierpartner signifikant mehr Nicht-Nominierungen im Post-Test (für die Ergebnisse des Wilcoxon-Tests vgl. Tabelle 39 und Tabelle 40). Die Veränderungen in den Wahlen sind in beiden Fällen nicht signifikant. Während die Anzahl an Ablehnungen im Hinblick auf die Experimentierpartnerin bzw. den Experimentierpartner signifikant geringer sind, gibt es keine signifikante Differenz in der Ablehnung der Sitznachbarin bzw. dem Sitznachbarn.

Die Mittelwertunterschiede für die vorgestellten Fälle (alle Lernenden, 20% der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten Gefühls- und

Verhaltensstörungen, die 80% der übrigen Lernenden) sind zusätzlich Abbildung 40 bis Abbildung 45 graphisch dargestellt.

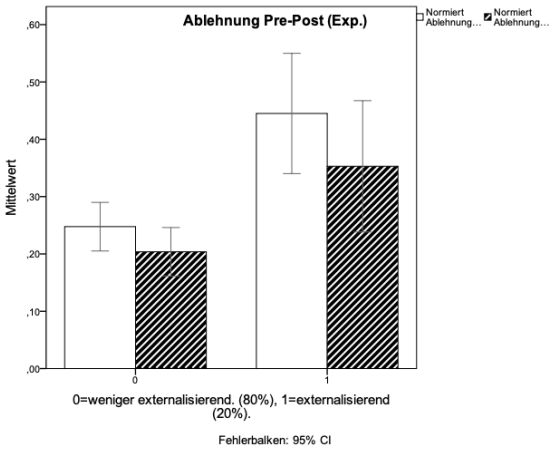


Abbildung 40: Ablehnungen im Pre- und Post-Test die Wahl des Experimentierpartners.

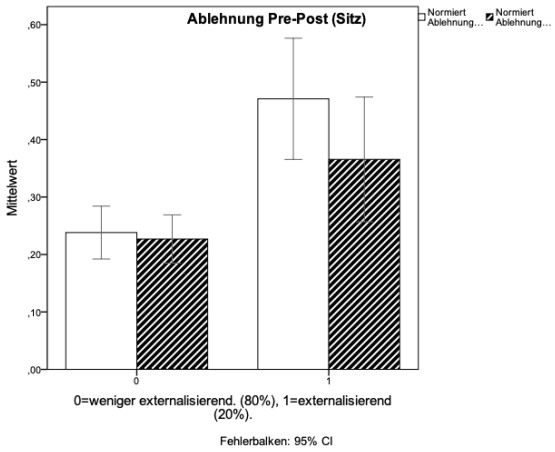


Abbildung 41: Ablehnungen im Pre- und Post-Test die Wahl des Sitznachbarns.

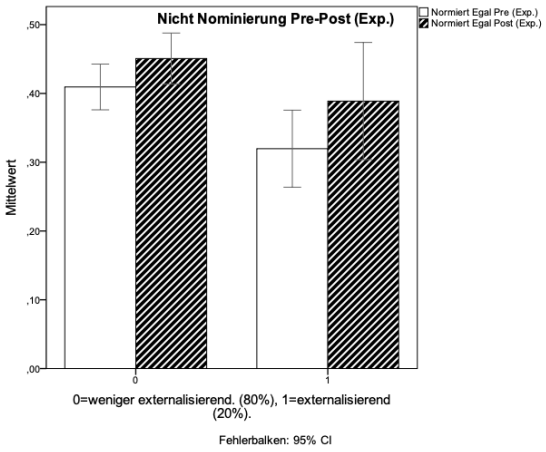


Abbildung 42: Nicht-Nominierungen im Pre- und Post-Test die Wahl des Experimentierpartners.

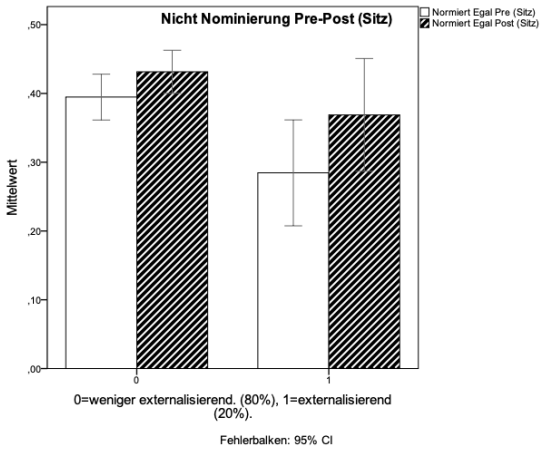


Abbildung 43: Nicht-Nominierungen im Pre- und Post-Test die Wahl des Sitznachbarns.

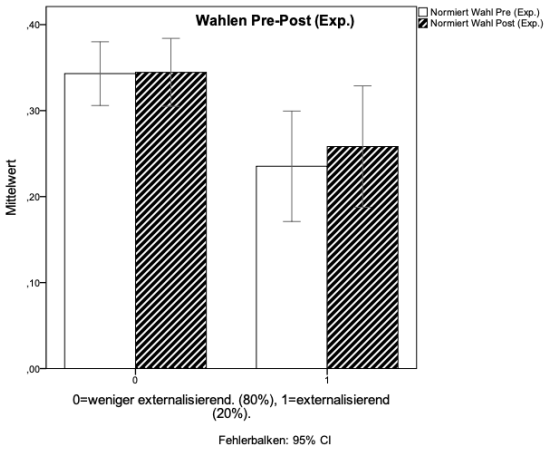


Abbildung 44: Wahlen im Pre- und Post-Test die Wahl des Experimentierpartners.

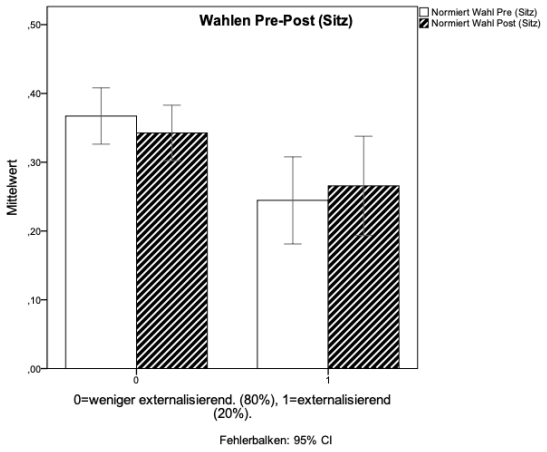


Abbildung 45: Wahlen im Pre- und Post-Test die Wahl des Sitznachbarns.

Typischerweise wird in soziometrischen Erhebungen die Frage nach der Sitznachbarin bzw. dem Sitznachbarn zur Ermittlung von Wahlen und Ablehnungen genutzt (vgl. Kulawiak & Wilbert, 2015). Da Experimente für den Physikunterricht ein Charakteristikum sind (vgl. z.B. Rincke & Wodzinski, 2010; Schmidt-Borcherding et al., 2013) wurde in dieser Erhebung zusätzlich die Frage gestellt, mit welchen Kindern aus der Klasse die Schülerinnen und Schüler (nicht) experimentieren möchten. Um zu überprüfen, ob sich diese soziometrische Fragestellung ebenfalls ein valides Instrument für die Ermittlung von Wahlen und Ablehnungen und damit der sozialen Integration darstellt, wurden die normierten Wahlen, Ablehnungen und Nicht-Nominierungen für die Frage zum Sitzplatz und der Frage zum Experimentierpartner auf bivariate Korrelationen überprüft (vgl. Rasch et al., 2014a). Hierfür wurden sowohl die Werte aus dem Pre-Test, als auch aus dem Post-Test verwendet. Die vom Programm SPSS berechneten bivariaten Korrelationskoeffizienten wurde in die Multitrait-Multimethod-Matrix in Tabelle 41 eingetragen.

	Egal (Exp.)	Ablehnung (Exp.)	Wahl (Exp.)	Egal (Sitz)	Ablehnung (Sitz)	Wahl (Sitz)
Egal (Exp.)						
Ablehnung (Exp.)	$r = -0{,}630$ $p = 0{,}000$					
Wahl (Exp.)	$r = -0{,}144$ $p = 0{,}079$	$r = -0{,}678$ $p = 0{,}000$				
Egal (Sitz)	$\mathbf{r = 0{,}862}$ $\mathbf{p = 0{,}000}$	r = −0,554 p = 0,000	r = −0,112 p = 0,173			
Ablehnung (Sitz)	r = −0,547 p = 0,000	$\mathbf{r = 0{,}939}$ $\mathbf{p = 0{,}000}$	r = −0,678 p = 0,000	$r = -0{,}596$ $p = 0{,}000$		
Wahl (Sitz)	r = −0,079 p = 0,337	*r*=−0,674 *p*=0,000	$\mathbf{r = 0{,}934}$ $\mathbf{p = 0{,}000}$	$r = -0{,}137$ $p = 0{,}094$	$r = -0{,}713$ $p = 0{,}000$	

Tabelle 41: Berechne Korrelationen in der Multitrait-Multimethod-Matrix.

Die *heteromethod-monotrait-Korrelationen* sind in Tabelle 41 fett mit einem weißen Hintergrund dargestellt. Die *monomethod-heterotrait-Korrelationen* haben einen hellgrauen Hintergrund (kursiv) und die *heteromethod-heterotrait-Korrelationen* einen dunkelgrauen Hintergrund (im Normaldruck). Die *heteromethod-monotrait-Korrelationen* unterscheiden sich alle signifikant von null und sind jeweils höher als $r > 0{,}5$ (vgl. Casale et al., 2019). Somit ist die konvergente Validität erfüllt (vgl. Campbell und Fiske, 1959). Ferner sind die *heteromethod-monotrait-Korrelationen* höher als die *monomethod-heterotrait-Korrelationen* und die *heteromethod-heterotrait-Korrelationen*. Somit sind die Kriterien von Campbell und Fiske (ebd.) für die diskriminante Validität erfüllt und beide Methoden messen das gleiche Konstrukt. Folglich handelt es sich bei der soziometrischen Erhebung zur Experimentierpartnerin bzw. zum Experimentierpartner ebenfalls um ein valides Instrument zur Ermittlung der sozialen Integration.

9.1.4.4 Ergebnisse aus den qualitativen Lehrerinterviews zur Motivation, dem konzentrierten Arbeiten und dem Arbeitsverhalten in experimentellen Phasen

Der Leitfaden im 1. Mesozyklus (vgl. Abschnitt 9.1.3.2) enthält keine expliziten Fragen zur Motivation der Lernenden und dem Arbeitsverhalten in den experimentellen Phasen. Dennoch haben die Lehrkräfte vereinzelt Aussagen hierzu im Rahmen der Interviews getätigt. Dagegen enthielt der Leitfaden explizite Fragen zum konzentrierten Arbeiten während der Implementation der Lernumgebung.

Die Oberkategorien (kurz OK) wurden deduktiv aus den Fragestellungen (vgl. Abschnitt 9.1.1) entwickelt, wobei die Operationalisierung der Oberkategorien in Tabelle 42 dargestellt ist. Die Auswertung erfolgte mit dem Programm MAXQDA.

Kategorie:	Bezeichnung:	Beschreibung:
OK 1	Motivation der Lernenden in der Lernumgebung.	Alle Aussagen der Lehrkräfte zur Motivation der Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung.
OK 2	Konzentriertes Arbeiten während der Implementation der Lernumgebung.	Alle Aussagen der Lehrkräfte zum (nicht) konzentrierten Arbeiten der Lernenden in der Lernumgebung.
OK 3	Überforderung der Lernenden in der Lernumgebung.	Alle Aussagen der Lehrkräfte, die auf Überforderung der Lernenden hindeuten.
OK 4	(Lese-)Verständnis der Aufgabenstellungen in der Lernumgebung.	Alle Aussagen der Lehrkräfte zum (Lese-)Verständnis der Aufgabenstellungen im Arbeitsheft.
OK 5	Arbeitsverhalten in den experimentellen Phasen.	Alle Aussagen der Lehrkräfte zum Arbeitsverhalten der Lernenden während der Experimente.

Tabelle 42: Übersicht über die Oberkategorien zum Arbeitsverhalten im 1. Mesozyklus.

Die Unterkategorien (kurz UK) ergaben sich induktiv aus den vorliegenden Transkripten. Die Operationalisierung der Unterkategorien findet man im Anhang.

Die Intercoder-Reliabilität beträgt bei 50% des doppelt codierten Materials 0,85. Die Anzahl der Codierungen der einzelnen Unterkategorien ist in Tabelle 43 dargestellt.

UK	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	4.1	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
# Cod.	7	3	5	3	4	2	7	6	5	23	6	6	3	1	3	1	10

Tabelle 43: Anzahl der Codierungen der einzelnen Unterkategorien zum Arbeitsverhalten im 1. Mesozyklus.

Die subjektiven Aussagen zur Motivation der Schülerinnen und Schüler aus Sicht der Lehrkräfte zeichnen kein einheitliches Bild. Einerseits gibt es Schülerinnen und Schüler, die durchgehend eine hohe Motivation zeigen (MESO1_AV_UK 1.2). Andererseits zeigt sich, dass die Motivation häufig zu Beginn noch recht hoch ist (MESO1_AV_UK 1.1) und mit der Zeit nachlässt (MESO1_AV_UK 1.3). Diese Unterkategorien werden am häufigsten codiert. Darüber hinaus gibt es Lernende, die allgemein nur sehr gering motiviert sind in der Lernumgebung zu arbeiten (MESO1_AV_UK 1.4).

Ein ähnlich wenig einheitliches Bild zeigt sich in Bezug auf das konzentrierte Lernen der Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung. Während einzelne Lernende überhaupt nicht arbeiten (MESO1_AV_UK 2.1) bzw. nicht konzentriert arbeiten (MESO1_AV_UK

2.5), gibt es andere Schülerinnen und Schüler die für die eigenen Verhältnisse weitestgehend konzentriert arbeiten bzw. konzentriert arbeiten wollen (MESO1_AV_UK 2.4). Häufig wird auch nur phasenweise konzentriert gearbeitet (MESO1_AV_UK 2.3). Dabei können Phasen von wenigen Minuten bis hin zu 60 von 90 Minuten reichen. Diesbezüglich wird von zwei Lehrkräften angemerkt, dass der Unterricht jeweils in der 8./9. Stunde stattfand.

> „phasenweise hat da [...] jeder mal gearbeitet [...] es war Montag 8./9. Stunde. Das sind [...] keine guten Bedingungen“ (Lehrkraft 1, Mesozyklus 1, Z. 270-272).

Ferner wird beschrieben, dass das konzentrierte Lernen mit der Zeit nachlässt (MESO1_AV_UK 2.2).

Bei der Kategorie mit den meisten Codierungen in diesem Abschnitt handelt es sich um MESO1_AV_UK 2.6. Diese Unterkategorie beschreibt, dass die Schülerinnen und Schüler sich gegenseitig ablenken bzw. sich ablenken lassen bzw. (miteinander) Unsinn machen[122]. Dies wiederum verringert ein konzentriertes Arbeiten und wird nicht selten mit fehlender Motivation der Lernenden begründet.

> „es war wirklich so, die ersten 10/15 Minuten wurde gearbeitet und dann waren andere Sachen interessanter“ (Lehrkraft 3, Mesozyklus 1, Z. 197-199).

Ein anderer Grund wird in der Überforderung einzelner Lernender in der Lernumgebung gesehen (MESO1_AV_UK 3.1), wobei nicht nur fachliche Probleme, sondern insbesondere auch das sprachliche Verständnis der Aufgabenstellung (MESO1_AV_UK 4.1) hinderlich ist.

> „aber manche Gruppen haben ja so nach dem zweiten dritten Mal die Aufgabenstellung nicht mehr verstanden“ (Lehrkraft 2, Mesozyklus 1, Z. 28-29).

Neben den bisherigen allgemeinen Ausführungen zum Lern- bzw. Arbeitsverhalten der Schülerinnen und Schüler wurden von den Lehrkräften auch Aussagen zum Arbeitsverhalten während der Experimente getätigt. Aus Sicht der Lehrkräfte werden die Experimente von den Schülerinnen und Schülern (gut) durchgeführt (MESO1_AV_UK 5.1). Einzelne Schülerinnen und Schüler stellen jedoch Unsinn mit den Experimentier-Materialien an (MESO1_AV_UK 5.4):

> „trotzdem fokussieren die sich dann irgendwann wieder, also bis auf ein paar Jungs die dann [...] mit den Sprühflaschen Wasser sprühen“ (Schule 4, Mesozyklus 1, Z. 316-317).

Gleichzeitig werden die Erkenntnisse in den Experimenten in der Regel spielerisch gewonnen und die Schülerinnen und Schüler haben Spaß mit den Materialien (MESO1_AV_UK 5.5). Dies wiederum kann sich nach Aussage einer Lehrkraft jedoch positiv auf die Motivation der Lernenden auswirken.

[122] Diese Aussage wurde nicht codiert, wenn sich der Unsinn auf das Experimentiermaterial bezieht (vgl. MESO_AV_UK 5.4).

> „So ist das denke ich in Gruppen in der Regel sowieso, wenn man Material bekommt wird erstmal gespielt, aufgebaut was geht denn damit denn alles sonst noch, so kenne ich es auch bei Experimenten von früher“ (Lehrkraft 4, Mesozyklus 1, Z. 349-351).

Eine Lehrkraft beschreibt, dass sich bezüglich des Experimentierkoffer eine gewisse Routine entwickelt hat, da er bereits von den Schülerinnen und Schüler von selber – ohne, dass die Lehrkraft bereits im Raum war – auf die Tische der Lernenden gestellt wurden (MESO1_AV_UK 5.2). Ferner tätigen einzelne Lehrkräfte die Aussage, dass einige Lernende bzw. Kleingruppen ergänzend zu den im Arbeitsheft vorhandenen Forschungsaufträgen auch an eigens entwickelten Problemstellungen *forschen* (MESO1_AV_UK 5.3).

9.1.4.5 Ergebnisse aus den qualitativen Lehrerinterviews zur Selbstständigkeit und zum Hilfesystem

Die Ergebnisse, die in diesem Abschnitt präsentiert wurden, wurden bereits bei Küpper et al. (2020b) vorgestellt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden hier knapp präsentiert. Sie werden durch zusätzliche Belegzitate unterlegt. Der Leitfaden im 1. Mesozyklus[123] (vgl. Abschnitt 9.1.3.2) enthält keine expliziten Fragen zu den gestuften Lernhilfen, jedoch Fragen zur Selbstständigkeit der Lernenden aus subjektiver Sicht der Lehrkräfte. Die Oberkategorien (kurz OK; vgl. Tabelle 44) wurden deduktiv aus den Fragestellungen (vgl. Abschnitt 9.1.1) entwickelt, die Unterkategorien (kurz UK) induktiv aus den vorliegenden Interviewtranskripten. Die Auswertung erfolgte nicht mit Hilfe von MAXQDA. Die Intercoder-Reliabilität beträgt bei 50% des doppelt codierten Materials 0,93. Die Anzahl der Codierungen der einzelnen Unterkategorien ist in Tabelle 45 dargestellt. Die Operationalisierung der Unterkategorien findet man im Anhang.

In ihrem regulären Unterricht wird selbstständiges Arbeiten als hohe Kompetenz beschrieben (MESO1_S_UK 0.1). Dennoch können aus Sicht der Lehrkräfte die meisten Schülerinnen und Schüler unterstützt von ihren Gruppenmitgliedern bzw. dem Hilfesystem in der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* selbstständig(er) arbeiten (MESO1_S_UK 1.1), wobei sich das selbstständige(re) Lernen erst mit der Zeit einstellt und sowohl für die Schülerinnen und Schüler (MESO1_S_UK 2.1), als auch für die Lehrkräfte einen Umgewöhnungsprozess darstellt (MESO1_S_UK 2.2). So formuliert eine Lehrkraft:

> „Nein, es war natürlich ein kurzer Gewöhnungsprozess für mich auch schwierig [...] wenn die Kinder aufzeigen zu sagen, nein benutz erst die Hilfekarten [...] guck aufs iPad oder besprecht es in der Gruppe, nicht das ich die Lösung vorgebe“ (Schule 2, Mesozyklus 1, Z. 194-196).

Aus Sicht der zeitlichen Veränderung zeigt sich ebenso, dass die Motivation zur Verwendung des Hilfesystems mit der Zeit geringer wird (MESO1_S_UK 2.3).

Als technisches Problem nennt eine Lehrkraft, dass die Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten haben die iBooks in den iPads zu finden (MESO1_S_UK 3.1). Auch die Lernenden mit den analogen Lernhilfen haben ähnliche Probleme: Ihnen fällt das Finden

[123] Der 1. Mesozyklus wurde bei Küpper et al. (2020b) als Pilotstudie bezeichnet.

bzw. das Zuordnen der Lernhilfen nicht leicht (MESO1_S_UK 4.2). In diesem Zusammenhang sagt eine Lehrkraft:

> „Und dann kam aber meistens [...] ‚ja aber ich find doch gar nicht wo ich hin muss'" (Schule 3, Mesozyklus 1, Z. 251-252).

Kategorie:	Bezeichnung:	Beschreibung:
OK 0	Allgemeine Aussagen zur Selbstständigkeit der Lernenden im regulären Unterricht der Orientierungsstufe.	Alle Aussagen, welche die Lehrkräfte zur Selbstständigkeit im regulären Unterricht nennen.
OK 1	Positive Erfahrungen mit dem (digitalen) Hilfesystem.	Alle positiven Erfahrungen, die die Lehrkräfte mit Bezug auf das entwickelte Hilfesystem während der Interviews nennen.
OK 2	Zeitliche Veränderungen in Bezug auf die Arbeit mit dem (digitalen) Hilfesystem.	Alle zeitlichen Veränderungen über die Arbeit mit dem Hilfesystem, welche die Lehrkräfte während der Interviews nennen.
OK 3	Erlebte technische Probleme mit dem (digitalen) Hilfesystem.	Alle von den Lehrkräften genannten technischen Schwierigkeiten des Hilfesystems selber.
OK 4	Risiken bei der Nutzung des (digitalen) Hilfesystems.	Alle von den Lehrkräften genannten Risiken bei der Nutzung des Hilfesystems in der entwickelten Lernumgebung.
OK 5	Probleme, die nicht mit Hilfe des (digitalen) Hilfesystems gelöst werden können.	Die von den Lehrkräften genannten Probleme der Lernenden, die nicht vom Hilfesystem abgedeckt werden, und zu Fragen der Schülerinnen und Schüler führen.
OK 6	Verbesserungsvorschläge der Lehrkräfte für das (nächste) Re-Design des (digitalen) Hilfesystems.	Von den Lehrkräften genannte Verbesserungsvorschläge zum Hilfesystem.

Tabelle 44: Übersicht über die Oberkategorien aus Küpper et al. (2020b) im 1. Mesozyklus.[124]

UK	0.1	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2
# Cod.	1	6	2	7	2	1	2	1	4	5	2	1	1	3	3	2	3

Tabelle 45: Anzahl der Codierungen der induktiv entwickelten Unterkategorien im 1. Mesozyklus aus Küpper et al. (2020b).

Weitere, von den Lehrkräften genannte, Schwierigkeiten, liegen darin, dass sich die Lösung auf der letzten gestuften Lernhilfe befindet und entsprechend teilweise abgeschrieben wird (MESO1_S_UK 4.1) und die für (einzelne) Schülerinnen und Schüler zu komplexe Sprache in den Hilfen (MESO1_S_UK 4.3). Darüber hinaus stellt eine Lehrkraft heraus, dass bestimmte Inhalte, wie z.B. die Mondphasen, im Selbstlernprozess, wie er in der Lernumgebung vorgesehen ist, ohne ein aktives Unterstützen durch die Lehrkraft sehr komplex sind (MESO1_S_UK 4.4):

[124] Kategorie 0 wurde in der Tabelle ergänzt. Sie war im Beitrag bei Küpper et al. (2020b) lediglich im Text genannt.

„gegen Ende die Sache mit den Mondphasen [...] glaube ich [... ist] nur teilweise verstanden worden [...] in diesem Allein-Lernkonzept nur mit Arbeitsmaterialien wirklich auch zu verstehen“ (Schule 1, Mesozyklus 1, Z. 230-233).

Gleichzeitig wurden von den Lehrkräften Probleme genannt, die nicht von dem Hilfesystem gelöst werden können. Das Hilfesystem hilft nicht ausreichend ...

- ... bei unbekannten Fachwörtern (MESO1_S_UK 5.1).
- ..., wenn die Problemstellung im Experiment nicht vollständig verstanden wurde (MESO1_S_UK 5.2).
- ... bei Überforderung einzelner Lernender (MESO1_S_UK 5.3).
- ... bei Problemen zum Verständnis der Aufgabenstellung (MESO1_S_UK 5.4).

Während die oben beschriebenen Probleme nach Edelson (2002) im Sinne des DBR-Ansatzes zu Weiterentwicklungen des Designs und zu lokalen Theorien führen können, spielen gerade auch die Wünsche bzw. Vorschläge der Lehrkräfte als Experten des inklusiven Unterrichts eine entscheidende Rolle. Dabei wünschen sich die Lehrkräfte im ersten Mesozyklus im Hinblick auf das Hilfesystem, dass die Texte auch als Hörtexte zur Verfügung stehen (MESO1_S_UK 6.1) und dass Videos von Experimenten (Versuchsaufbau, Durchführung, usw.) in die gestuften Lernhilfen integriert werden (MESO1_S_UK 6.2):

„Also ich glaube Videos wären wahrscheinlich eine sehr gute Sache. So dann hört man was, man sieht was [...] und die Schüler bekommen auf jeden Fall neue Ideen und wenn es ein ähnliches Experiment ist, sonst ja notfalls halt wirklich das ganze Experiment, den Aufbau zeigen und dann durchführen lassen [...] ich meine [...] dann hat man ja immer noch das Aha-Erlebnis für die ganz schwachen Gruppen“ (Schule 2, Mesozyklus 1, Z. 41-46).

9.1.4.6 Ergebnisse aus den qualitativen Lehrerinterviews zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft

Der Leitfaden im 1. Mesozyklus (vgl. Abschnitt 9.1.3.2) enthält explizite Fragen zur subjektiven Einschätzung der Lehrkräfte zur sozialen Integration von Schülerinnen und Schülern, sowie zur Hilfsbereitschaft in den Kleingruppen.[125] Die Oberkategorien 1, 2, 4 und 5 wurden deduktiv aus den Fragestellungen (vgl. Abschnitt 9.1.1) entwickelt, die Unterkategorien (kurz UK) induktiv aus den vorliegenden Interviewtranskripten. Die Oberkategorie OK 3 wurde ebenfalls induktiv aus dem Material heraus entwickelt. Die Auswertung erfolgte mit dem Programm MAXQDA. Die Anzahl der Codierungen der einzelnen Unterkategorien ist in Tabelle 47 dargestellt. Die Operationalisierung der Unterkategorien findet man im Anhang. Die Intercoder-Übereinstimmung bei zwei von vier Interviews beträgt 0,84.

[125] Aufgrund des bei Garrote und Dessemontet (2015) beschriebenen Zusammenhangs zwischen der sozialen Integration und Hilfsbereitschaft der Lernenden werden diese beiden Aspekte gemeinsam beschrieben.

Kategorie:	Bezeichnung:	Beschreibung:
OK 1	Beschreibungen der Lehrkräfte zur sozialen Integration während der Implementation.	Alle Aussagen, welche die subjektive Einschätzung zur sozialen Integration der Schülerinnen und Schüler in den Lerngruppen beschreiben.
OK 2	Gründe für den sozialen Ausschluss aus der Kleingruppe.	Alle Aussagen der Lehrkräfte, welche die (subjektiven) Gründe für den Ausschluss einzelner Schülerinnen und Schüler nennen.
OK 3	Gründe für den sozialen Nicht-Ausschluss aus der Kleingruppe.	Alle Aussagen der Lehrkräfte, welche die (subjektiven) Gründe für den Nicht-Ausschluss einzelner Schülerinnen und Schüler nennen.
OK 4	Aspekte mit Bezug zur sozialen Integration, die beim Re-Design berücksichtigt werden sollten.	Alle Verbesserungsvorschläge zur Lernumgebung im Hinblick auf die Verringerung des sozialen Ausschlusses.
OK 5	Aspekte zur Hilfsbereitschaft in den Kleingruppen.	Alle von den Lehrkräften genannten (subjektiven) Aussagen zur Hilfsbereitschaft in den Kleingruppen.

Tabelle 46: Übersicht über die Oberkategorien zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft im 1. Mesozyklus.

UK	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4
# Cod.	12	6	2	1	2	2	7	8	1	1	2	3	11	2	1	1	2
UK	3.5	3.6	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5					
# Cod.	1	1	1	1	1	3	1	8	1	1	1	2					

Tabelle 47: Anzahl der Codierungen der induktiv entwickelten Unterkategorien.

Die subjektiven Aussagen der Lehrkräfte, inwiefern die Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung sozial integriert sind, nicht ausgeschlossen werden, bzw. sozial partizipieren können, sind nicht eindeutig: Einerseits gibt es Schülerinnen und Schüler, die während der gesamten Zeit der Implementation sozial integriert wurden (MESO1_SiH_UK 1.1). Andere Lernende wurden zu Beginn der Implementation aus Sicht der Lehrkräfte in ihren Kleingruppen sozial integriert. Mit der Zeit ließ diese Integration jedoch nach (MESO1_SIH_UK 1.2):

> „Schön war erstmal zu sehen das im Anfang dem nicht so war, aber dass das eben nachher doch genauso wieder passiert ist. Als hätte man eben keine Gruppenarbeit gehabt sondern Einzelarbeiten an der Stelle“ (Schule 4, Mesozyklus 1, Z. 113-115).

Andere Lernende wiederum sind nach Aussage der Lehrkräfte auch nicht von Beginn an in ihren Kleingruppen sozial integriert (MESO1_SIH_UK 1.7). In einzelnen Fällen kommt es ferner dazu, dass sich die ausgeschlossenen Lernenden bei den Lehrkräften explizit über die fehlende soziale Integration beschweren (MESO1_SIH_UK 1.6).

Die Gründe für den sozialen Ausschluss sind vielfältig, wobei die Lehrkräfte in der Regel den Ausschluss mit den Charakteristika der nicht-integrierten Lernenden begründen. Derartige Gründe sind die geringe Motivation einzelner Schülerinnen und Schüler (MESO1_SIH_UK 2.2), das Nicht-Einlassen auf die Gruppe bzw. die anderen Gruppenmitglieder (MESO1_SIH_UK 2.3), fehlende soziale Kompetenzen (MESO1_SIH_UK 2.4) und ein unterschiedliches, externalisierendes Verhalten bzw. Arbeitsverhalten (MESO1_SIH_UK 2.6):

> „Man trennte sich dann vielleicht von ihnen, weil eine weitere Zusammenarbeit jetzt wirklich sehr anstrengend ist und dann [...] arbeiten zwei Mädchen [...] so, dann arbeiten wir für uns ja mit dem geht das ja nicht, also schließen sich ja in gewisser Weise auch selber aus [...] und machen es dann wirklich den Mitschülern dann schwer“ (Schule 1, Mesozyklus 1, Z. 96-101).

Ausgehend von der Anzahl an Codierungen der erhobenen Gründe für den Ausschluss handelt es sich gerade bei dem Aspekt des externalisierenden Verhaltens bzw. Arbeitsverhaltens der Lernenden um das entscheidende Kriterium. Dabei erscheint es sinnvoll, angemessenes Verhalten klar zu definieren (MESO1_SIH_UK 4.2). Allerdings führt ein externalisierendes Verhalten bzw. unangemessenes Arbeitsverhalten nicht notwendigerweise zum sozialen Ausschluss (MESO1_SIH_UK 3.4). Dennoch wirkt es aus Sicht einer Lehrkraft positiv auf die soziale Integration aus, wenn sich das Verhalten verbessert.

> „Also der ist wirklich wesentlich ruhiger gewesen und von daher auch von den anderen Kindern besser angenommen worden“ (Schule 4, Mesozyklus 1, Z. 73-75).[126]

Auch ein angemesseneres Arbeitsverhalten wirkt sich nach Aussage einer Lehrkraft positiv auf die soziale Integration aus (MESO1_SIH_UK 3.6).

Weitere Gründe, die für die fehlende soziale Integration genannt werden, sind Streit (MESO1_SIH_UK 2.5) bzw. eine unterschiedliche Arbeitsgeschwindigkeit innerhalb der Kleingruppe (MESO1_SIH_UK 2.1), welche dazu führt, dass gerade lernschwächere Schülerinnen und Schüler mit der Zeit abgehängt bzw. ausgeschlossen werden. Diesbezüglich wird angemerkt, dass die zum Ausgleich der unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeit gedachten gestuften Lernhilfen (vgl. auch Wodzinski, 2013) gerade von den lernschwächeren Schülerinnen und Schülern nicht gefunden werden (vgl. auch Abschnitt 9.1.4.5) und die Tempoaufgaben je nach Lerngruppe auch für die lernstärkeren Schülerinnen und Schüler oftmals zu komplex sind und entsprechend übersprungen werden. Somit gilt es das Finden der Hilfen auch aus Sicht der sozialen Integration einfacher zu gestalten (vgl. auch Abschnitt 9.1.4.5). Ferner schlägt eine Lehrkraft niveaudifferenzierte Tempoaufgaben vor (MESO1_SIH_UK 4.1).

Darüber hinaus beschreiben die Lehrkräfte, dass sich die Gruppen teilweise in kleinere Teilgruppen aufteilen (MESO1_SIH_UK 1.3) bzw. dass in einzelnen Gruppen durchweg Einzelarbeit betrieben wird und lediglich zum Austausch hin und wieder kommuniziert wird (MESO1_SIH_UK 1.4).

Es wird von den Lehrkräften angemerkt, dass im Falle von Krankheit oder kurzzeitigem Fernbleiben vom Unterricht, den wiederkehrenden Lernenden in der Regel nicht erläutert wurde, was gemacht wurde (MESO1_SIH_UK 1.5):

> „und auch nicht so den sozialen Auftrag hatten jetzt denen das so zu vermitteln was da gemacht wurde“ (Schule 4, Mesozyklus 1, Z. 170-171).

[126] Man beachte, dass der hier beschriebene Schüler seit kurzer Zeit mit Medikamenten im Hinblick auf die vorliegende ADHS eingestellt ist. Die Lehrkraft stellt fest, dass dies vermutlich ebenfalls einen Einfluss auf das Verhalten des Schülers hatte.

Entsprechend schlägt eine Lehrkraft vor den sozialen Auftrag noch stärker zu thematisieren (MESO1_SIH_UK 4.5). Insgesamt spielen diesbezüglich auch verstärkte Interventionen seitens der Lehrkräfte in Form von Einzelgesprächen eine entscheidende Rolle (MESO1_SIH_UK 4.4). Neben den in diesem Abschnitt bereits genannten Gründen für den Nicht-Ausschluss wirkt sich ebenfalls das *Spaß haben* in der Kleingruppe (MESO1_SIH_UK 3.2) und eine gemeinsame, hohe Motivation (MESO1_SIH_UK 3.3) positiv auf die soziale Integration aus. Insbesondere formuliert eine Lehrkraft in diesem Sinne, dass man durch das Aufrechterhalten der Motivation der Lernenden externalisierende Verhaltensweisen reduzieren und somit einen Beitrag zur Verbesserung der sozialen Integration leisten kann (MESO1_SIH_UK 4.3). Eine Lehrkraft nennt ferner die experimentellen Phasen als ein Moment sozialer Integration von ansonsten ausgeschlossenen Schülerinnen und Schülern:

> „Bei den Versuchen war er dann wieder dabei“ (Schule 3, Mesozyklus 1, Z. 78-79).

Neben dem Aspekt der sozialen Integration wurden die Lehrkräfte auch nach ihren subjektiven Erfahrungen zur Hilfsbereitschaft der Lernenden in den Kleingruppen befragt: Häufig unterstützen sich die Lernenden in den Kleingruppen gegenseitig (MESO1_SIH_UK 5.1). Gleichzeitig merkt eine Lehrkraft an, dass das Hilfesystem recht präsent ist und häufig eher die gestuften Lernhilfen, als die Gruppenmitglieder für die Hilfe genutzt werden (MESO1_SIH_UK 5.4). Andererseits gibt es auch Schülerinnen und Schüler, die keine Hilfe annehmen möchten (MESO1_SIH_UK 5.2) bzw. denen nicht geholfen wird (MESO1_SIH_UK 5.7).

Die Gruppen wurden von den Lehrkräften heterogen eingeteilt, wobei häufig mindestens ein leistungsstarkes Kind in den Kleingruppen ist. Hintergrund dieser Idee bei der Einteilung war, dass dieses leistungsstarke Kind den lernschwächeren Schülerinnen und Schülern helfen kann. Diesbezüglich formulieren die Lehrkräfte, dass dieses Vorgehen nicht immer gelingt (MESO1_SIH_UK 5.3), d.h., dass das leistungsstarke Kind nicht notwendigerweise das Arbeitsverhalten der übrigen Lernenden verbessert, sondern sich das eigene Arbeitsverhalten verschlechtert wird. Eine andere Lehrkraft argumentiert wie folgt:

> „Ja aber im Endeffekt es ist natürlich gut wenn man Zugpferde drin hat die dann auch beim Denken helfen aber es ist halt doof wenn die dann die ganze Zeit ausgebremst werden“ (Schule 3, Mesozyklus 1, Z. 114-116).

Dies wiederum lässt sich auf die bereits oben beschriebene Problematik der unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten beziehen.

9.1.5 Deutung der Ergebnisse und Reflexion

In diesem Abschnitt werden die gewonnenen Erkenntnisse aus dem 1. Mesozyklus zusammengefasst und reflektiert. Die spezifischen Fragestellungen für den 1. Mesozyklus werden beantwortet. Es werden Schlussfolgerungen für das Re-Design im 2. Mesozyklus gezogen.

Im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung (z.B. Urban & Leidig, 2017; Ferreira-González et al., 2018; Küpper et al., 2019a) wurde in diesem Mesozyklus der Fokus auf den Entwicklungsauftrag gelegt, wobei die Ergebnisse zum Lern- und Arbeitsverhalten,

zur sozialen Integration und zum Sozialverhalten zusammengefasst und gedeutet werden sollen. Insbesondere werden die ermittelten Probleme im Sinne von Edelson (2002) formuliert, wobei aus der Literatur heraus knapp Lösungsmöglichkeiten genannt werden. Eine detaillierte Präsentation der antizipierten Lösungen für die ermittelten Probleme findet man in Abschnitt 9.3.2 bei der Vorstellung des Re-Designs für den 2. Mesozyklus. Eine gemeinsame Reflexion aller Zyklen des Forschungsprojekts findet man im Abschnitt 10.

9.1.5.1 Lern- und Arbeitsverhalten

Im Folgenden werden die gewonnenen Erkenntnisse zu Auswirkungen der Lernumgebung auf das Lern- und Arbeitsverhalten präsentiert. Hierbei liegt der Fokus auf dem konzentrierten und selbstständigen Arbeiten. Die Erkenntnisse aus den Lehrerinterviews zur Selbstständigkeit wurden bereits bei Küpper et al. (2020b) beschrieben. Sie werden in diesem Abschnitt noch einmal zusammengefasst und mit den Ergebnissen aus der LSL (Petermann & Petermann, 2013) trianguliert. Es werden Schlussfolgerungen für die Veränderung des Designs gezogen.

Die Ergebnisse zum Lern- und Arbeitsverhalten, die mit der LSL (Petermann & Petermann, 2013) erhoben wurden, zeigen keinen signifikanten Anstieg der Summenscores in den Skalen Ausdauer und Anstrengungsbereitschaft, Konzentration und Selbstständigkeit auf. Eine Begründung hierfür mag das uneinheitliche Bild bei der Beschreibung der Lehrkräfte zum konzentrierten Arbeiten in der Lernumgebung sein: Einzelne Schülerinnen und Schüler arbeiten fast gar nicht (MESO1_AV_UK 2.1) bzw. fast überhaupt nicht konzentriert (MESO1_AV_UK 2.5)[127]. Andere Lernende wiederum arbeiten, für ihre Verhältnisse, äußerst konzentriert (MESO1_AV_UK 2.4), wobei dies bei anderen Lernenden nur phasenweise der Fall ist (MESO1_AV_UK 2.3). Ferner konnten zwei Aussagen codiert werden, die darauf hindeuten, dass das konzentrierte Arbeiten mit der Zeit nachlässt (MESO1_AV_UK 2.2). Dies wiederum kann mit der nachlassenden Motivation (MESO1_AV_UK 1.3) in Verbindung gebracht werden (vgl. auch Novitäts- bzw. Neuheitseffekt bei Herzig, 2014; Hillmayr et al., 2017).

Aus den Lehrerinterviews ermittelte Gründe für das unterschiedlich ausgeprägte (konzentrierte) Arbeiten sind unter anderem in der Überforderung der Lernenden (MESO1_AV_UK 3.1) zu sehen, wobei nicht nur fachliche, sondern auch sprachliche Schwierigkeiten zur Überforderung führen können. Entsprechend gilt es weitere didaktische Reduktionen, sowie sprachliche Vereinfachungen (MESO1_AV_UK 4.1) – im Sinne von *Leichter Sprache* (Seitz, 2014; Kellermann, 2014; Bock, 2015a; Bock, 2015c; Bredel & Maaß, 2016; Bock, 2017; Schuppener et al., 2018) bzw. *Einfacher Sprache* (Bock, 2014; Kellermann, 2014; Bredel & Maaß, 2016) für das Design im 2. Mesozyklus vorzunehmen. Auch gilt es das Hilfesystem, welches Überforderung vermeiden sollte, zu überarbeiten (vgl. Aussagen weiter unten bzw. Küpper et al., 2020b). Darüber hinaus regen auch einzelne Experimentiermaterialien dazu an das konzentrierte Arbeiten zu unterbrechen und mit diesen Materialien *Unsinn* zu machen (MESO1_AV_UK 5.4). Während der Experimente ist das Vorgehen ferner insbesondere spielerisch geprägt und widerspricht somit einem konzentrierten Arbeiten. Gleichzeitig wird dieses spielerische Vorgehen von den Lehrkräften nicht als negativ angemerkt. Vielmehr erscheint ein solches Vorgehen gerade für inklusive Lerngruppen wichtig, um den Erkenntnisgewinn zu

[127] In einzelnen Fällen wird von den Lehrkräften in diesem Zusammenhang explizit angemerkt, dass der Unterricht in der 8./9. Stunde stattfand und es sich entsprechend um schwierige Bedingungen handelte.

ermöglichen (vgl. auch MSB, 1977; Werning & Bannach, 1994; Werning & Lütje-Klose, 2006).

Die Ergebnisse der LSL (Petermann & Petermann, 2013) zeigen ferner, dass es vom Pre- zum Post-Test keine signifikante Erhöhung des Mittelwerts in der Skala Selbstständigkeit gibt. Dies trifft ebenfalls auf die, zu den Zielen der Lernumgebung in hohem Maße passenden, Items „Arbeitet ohne ständige Rückmeldung / Hilfe“, „Führt eine Aufgabe vollständig allein aus“ und „Holt nur Hilfe, wenn dies die Aufgabe erfordert“ der LSL (ebd.) zu. Besonders interessant ist hierbei, dass beim Item „Arbeitet ohne ständige Rückmeldung / Hilfe“ der Mittelwert im Pre-Test höher ist als im Post-Test, auch wenn der Effekt nicht signifikant ist. Die qualitative Auswertung der Lehrerinterviews zeigt ähnliche Ergebnisse: Zwar konnten Aussagen codiert werden die darauf hindeuten, dass Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung selbstständig(er) arbeiten konnten (MESO1_S_UK 1.1), andere Lernende wiederum mussten sich erst an das selbstständige Lernen gewöhnen (MESO1_S_UK 2.1) und wiederum andere Lernende hatten Schwierigkeiten unterstützt von den gestuften Lernhilfen selbstständig zu arbeiten. Die hierfür von den Lehrkräften genannten Gründe sind unter anderem das Problem des Findens der analogen (MESO1_S_UK 4.2) bzw. digitalen (MESO1_S_UK 3.1) Hilfen. Auch die teilweise für die Schülerinnen und Schüler zu komplexe Sprache wirkt dem selbstständigen Erarbeiten entgegen (MESO1_S_UK 4.3). Entsprechend sollten auch aus Sicht der Förderung der Selbstständigkeit Anpassungen an der Sprache – sowohl im Arbeitsheft, als auch im Hilfesystem – vorgenommen werden, wobei die Verwendung von *Leichter Sprache* (Seitz, 2014; Kellermann, 2014; Bock, 2015a; Bock, 2015c; Bredel & Maaß, 2016; Bock, 2017; Schuppener et al., 2018) bzw. *Einfacher Sprache* (Bock, 2014; Kellermann, 2014; Bredel & Maaß, 2016) die Selbstständigkeit bzw. das eigenständigere Bearbeiten von Aufgaben unterstützen kann (Bergelt et al., 2016; vgl. auch Schuppener et al., 2018). Gleichzeitig zeigt sich in den geführten Lehrerinterviews, dass die Schülerinnen und Schüler (aus Lehrersicht) aus motivationalen Gründen mit der Zeit kein Interesse mehr daran hatten die Hilfen zu nutzen (MESO1_S_UK 2.3). Entsprechend gilt es die Motivation zu erhöhen bzw. aufrecht zu erhalten. Hierbei bietet es sich beispielsweise an das Hilfesystem als ein rein digitales Hilfesystem zu realisieren. Auf diese Weise kann die motivierende Wirkung digitaler Medien genutzt werden (Eickelmann, 2010; Herzig, 2014; BITKOM, 2011; Hillmayr et al., 2017; Bresges, 2018). Ferner sollten vom Hilfesystem (auf den Forschungsprozess bezogene) Fachwörter, wie z.B. Vermutung, Beobachtung usw. immer wieder erklärt werden (MESO1_S_UK 5.1). Darüber hinaus gilt es zu beachten, dass eine Lehrkraft anmerkt, dass insbesondere das Thema der Mondphasen im Selbstlernprozess recht komplex ist und hier eine stärkere Lenkung erfolgen sollte. Dieser subjektiven Aussage soll im 2. Mesozyklus, bei dem auch der Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen erhoben wird, näher nachgegangen werden. Ferner bietet es sich zur Unterstützung der Lernenden an, die von den Lehrkräften geäußerten Wünsche zum Hilfesystem zu berücksichtigen und Videos der Experimente (MESO1_S_UK 6.2) und die Möglichkeit des Vorlesens von Texten (MESO1_S_UK 6.1) zu integrieren.

9.1.5.2 Soziale Integration fördern

In diesem Abschnitt werden die gewonnenen Erkenntnisse zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft präsentiert. Es werden Schlussfolgerungen für die Veränderung des Designs gezogen: Die erhobenen Daten zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen signifikant mehr Ablehnungen und gleichzeitig signifikant weniger Nicht-Nominierungen und Wahlen als

die übrigen Mitschülerinnen und Mitschüler bei der Frage nach der Sitzpartnerin bzw. dem Sitzpartner im Pre-Test erhalten. Dieser Befund deckt sich mit den Aussagen bzw. Erkenntnissen bei von Salisch (2008), Reicher (2010a), Ellinger und Stein (2012), Krull et al. (2014b) bzw. Krull et al. (2018). Gleichzeitig gilt es bei den Daten aus der hier vorgestellten Studie zu berücksichtigen, dass nicht alle Schülerinnen und Schüler an der Befragung teilnehmen konnten bzw. durften. Entsprechend gilt die Aussage nur bezogen auf die Stichprobe und nicht bezogen auf die gesamte Lerngruppe (vgl. auch Kulawiak & Wilbert, 2015).

Ähnliche Erkenntnisse zeigt auch die Frage nach der Experimentierpartnerin bzw. dem Experimentierpartner. Die Schülerinnen und Schüler erhalten im Pre-Test signifikant mehr Ablehnungen und signifikant weniger Wahlen und Nicht-Nominierungen als die übrigen Lernenden der Stichprobe. Folglich ist die Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss beim Experiment – einem Charakteristikum des naturwissenschaftlichen Unterrichts (z.B. Rincke & Wodzinski, 2010; Schmidt-Borcherding et al., 2013) – bei diesen Schülerinnen und Schülern (bezogen auf die Stichprobe) signifikant höher als bei den übrigen Lernenden.

Im Pre/Post-Vergleich zeigt sich, dass es Veränderungen in der Ausprägung an Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen gibt. Insbesondere erhalten die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen signifikant weniger Ablehnungen bei der Frage nach der Sitzpartnerin bzw. dem Sitzpartner (großer Effekt). Die Anzahl der erhaltenen Wahlen und Nicht-Nominierungen verändert sich bei dieser Schülergruppe nicht signifikant. Ähnliche Ergebnisse zeigt auch die Frage nach der Experimentierpartnerin bzw. dem Experimentierpartner. Folglich kommt es vom Pre- zum Post-Test zu einer Verbesserung der sozialen Integration bei dieser Schülergruppe (bezogen auf die Akzeptanzbefragung). Gleichzeitig zeigt sich, dass es nach subjektiver Aussage der Lehrkräfte in der LSL (Petermann & Petermann, 2013) bei den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen zu einer signifikanten Erhöhung des Mittelwerts beim Item „Will zu einer Gruppe gehören“ kommt. Auch dies deutet – wenn aus nur aus subjektiver Lehrersicht – auf eine Verbesserung der (empfundenen) sozialen Integration im Pre-/Post-Vergleich hin.

Auch bei den übrigen Lernenden verbessert sich die soziale Integration im Pre-/Post-Vergleich: Sie erhalten, sowohl bezogen auf die Frage nach der Sitznachbarin bzw. dem Sitznachbarn, als auch bezogen auf die Frage nach der Experimentierpartnerin bzw. dem Experimentierpartner signifikant mehr Nicht-Nominierungen. Die Anzahl der Wahlen verändert sich vom Pre- zum Post-Test nicht signifikant. Darüber hinaus zeigt sich, dass bei der Frage nach der Experimentierpartnerin bzw. dem Experimentierpartner signifikant weniger Ablehnungen zu verzeichnen sind – bei der Frage nach der Sitzpartnerin bzw. dem Sitzpartner ist die gemessene Verringerung der Ablehnungen dagegen nicht statistisch signifikant.

Auch wenn die quantitative Auswertung aufzeigt, dass es zu einer Verbesserung der sozialen Integration im Pre-/Post-Vergleich kommt, beschreiben die Lehrkräfte Schwierigkeiten bzw. Probleme im Zusammenhang mit der sozialen Integration in der Lernumgebung, die bei der Veränderung des Designs berücksichtigt werden müssen: Während einzelne Schülerinnen und Schüler aus subjektiver Sicht in ihren Kleingruppen sozial integriert sind (MESO1_SIH_UK 1.1), werden andere Schülerinnen und Schüler aus Sicht der Lehrkräfte mit der Zeit aus ihren Kleingruppen sozial ausgeschlossen (MESO1_SIH_UK 1.2) bzw. werden von Beginn an nicht sozial integriert (MESO1_SIH_UK 1.7). Auch kommt es teilweise zur Zweiteilung der Kleingruppen (MESO1_SIH_UK 1.3) bzw. wenn Schülerinnen und Schüler krank sind, wird ihnen in der nächsten Stunde nicht erklärt, was in der vorherigen Stunde erarbeitet wurde. Dies

wiederum deutet darauf hin, dass die positive Interdependenz und die individuelle Verantwortlichkeit in den Kleingruppen nicht ausreichend ausgeprägt sind (vgl. z.B. Slavin, 1993, Johnson et al., 2005). Entsprechend gilt es im Re-Design die positive Interdependenz bzw. individuelle Verantwortlichkeit zu erhöhen (siehe auch Abschnitt 4.4). Auch bietet es sich in diesem Sinne an individuelle Belohnungen im Sinne eines Verstärkersystems zu nutzen, um die individuelle Verantwortlichkeit zu stärken (z.B. Slavin, 1993; Johnson et al., 2005). Insbesondere erhöht eine Kombination von positiver Interdependenz durch ein gemeinsames Ziel (Bearbeitung der Arbeitsmaterialien im motivierenden astronomischen Kontext) und einer Belohnung den Lernerfolg (Johnson et al., 2005).

Gründe für den sozialen Ausschluss bzw. die fehlende soziale Integration werden von den Lehrkräften vor allem in den Aspekten der unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeit (MESO1_SIH_UK 2.1), der geringen Motivation einzelner Schülerinnen und Schüler (MESO1_SIH_UK 2.2), dem Nicht-Einlassen auf die Gruppe (MESO1_SIH_UK 2.3), fehlenden sozialen Kompetenzen (MESO1_SIH_UK 2.4), Streit innerhalb der Gruppe (MESO1_SIH_UK 2.5) und einem unterschiedlich ausgeprägten externalisierenden Verhalten (MESO1_SIH_UK 2.6) gesehen. Diese Erkenntnisse entsprechen teilweise dem Sozial-Kompetenz-Defizit Modell nach Asher et al. (1982), welches davon ausgeht, dass dem sozial ausgegrenzten Kind soziale Kompetenzen fehlen (Asher et al., 1982; Huber, 2019). Insbesondere formuliert eine Lehrkraft, dass sich ein Kind während der Implementation durch ein weniger externalisierendes Verhalten ausgezeichnet hat und daher (aus subjektiver Lehrersicht) nicht sozial von seinen Gruppenmitgliedern ausgeschlossen wird (MESO1_SIH_UK 3.5). Andererseits führt ein externalisierendes Verhalten auch nicht notwendigerweise zum sozialen Ausschluss (MESO1_SIH_UK 3.4).

Sowohl die unterschiedliche bzw. geringe Motivation (MESO1_SIH_UK 2.2), als auch das Nicht-Einlassen auf die Gruppe (MESO1_SIH_UK 2.3) dürften sich eben durch die Erhöhung der positiven Interdependenz verbessern lassen (vgl. z.B. Slavin, 1993; Konrad & Traub, 2019). Den fehlenden sozialen Kompetenzen (MESO1_SIH_UK 2.4) bzw. dem unterschiedliche Verhalten (MESO1_SIH_UK 2.6) wiederum sollte sich durch eine Thematisierung sozial erwünschten Verhaltens z.B. in Form von Regelwerken (vgl. Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019) entgegenwirken lassen – vgl. auch MESO1_SIH_UK 4.2. Darüber hinaus sollte der soziale Auftrag, z.B. in Form des Regelwerks, stärker kommuniziert werden (MESO1_SIH_UK 4.5). Ferner gilt es die Motivation länger aufrechtzuerhalten (MESO1_SIH_UK 4.3). Dies ist beispielsweise durch Verstärkersysteme möglich (Cameron et al., 2001) und gleichzeitig lässt sich auf diese Weise die positive Interdependenz erhöhen (z.B. Slavin, 1995). Ferner spielen geeignetere Interventionen der Lehrkräfte eine entscheidende Rolle für die soziale Integration (MESO1_SIH_UK 4.4; vgl. auch Huber, 2011; Huber et al., 2015; Huber, 2019).

Geschwindigkeitsunterschiede sollten sich wiederum durch einfachere oder niveaudifferenzierte Tempoaufgaben verringern lassen (MESO1_SIH_UK 4.1). Wenn das Auffinden der gestuften Lernhilfen ferner einfacher gestaltet wird, sollten auch diese Hilfen stärker den unterschiedlichen Geschwindigkeiten entgegenwirken (vgl. Wodzinski, 2013).

Gleichzeitig formulieren die Lehrkräfte, dass vorher nicht in der Gruppenarbeit sozial integrierte Lernende während der Experimente wieder gemeinsam mit der Gruppe partizipieren konnten (MESO1_SIH_UK 3.1). Auch gemeinsamer Spaß – nicht notwendigerweise resultierend aus dem Lernprozess – (MESO1_SIH_UK 3.2) bzw. eine gemeinsame, hohe Motivation (MESO1_SIH_UK 3.3) und ein angemesseneres Lern- und

Arbeitsverhalten (MESO1_SIH_UK 3.6) haben nach Aussage der Lehrkräfte einen Einfluss auf die soziale Integration.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im Pre-/Post-Vergleich im Mittel eine Verbesserung der sozialen Integration nachgewiesen werden konnte. Inwiefern dies durch die Implementation bedingt ist, lässt sich an dieser Stelle jedoch nicht bewerten, weil kein Kontrollgruppen-Design genutzt wurde (Rost, 2013). Dennoch erscheint es sinnvoll die von den Lehrkräften genannten Aspekte für die Veränderung des Designs für den 2. Mesozyklus zu berücksichtigen. Dabei gilt es insbesondere für eine stärkere Fokussierung auf die Kriterien des kooperativen Lernens (z.B. Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019; vgl. auch Abschnitt 4.3). Gleichzeitig gilt es die Erfüllung der Kriterien der Kontakttheorie (Allport, 1971; 1979; Pettigrew & Tropp, 2005; Huber, 2019; vgl. auch Abschnitt 4.4.1) kritisch zu reflektieren und in höherem Maße zu erfüllen.

Ferner ist aus forschungsmethodologischer Sicht herauszustellen, dass im 1. Mesozyklus gezeigt werden konnte, dass die soziometrischen Erhebungen mit der Frage *Neben wem möchtest du (nicht) sitzen?* und *Mit wem möchtest du (nicht) experimentieren?* das gleiche Konstrukt messen. Insbesondere korrelieren die mit den beiden Methoden gemessenen Ablehnungen mit $r = 0{,}939$, die Wahlen mit $r = 0{,}934$ und die Nicht-Nominierungen mit $r = 0{,}862$. Entsprechend wird in den folgenden Zyklen dieses DBR-Projekts aufgrund der starken Relevanz von Experimenten im Physikunterricht (z.B. Rincke & Wodzinski, 2010; Schmidt-Borcherding et al., 2013) nur noch die Frage nach der Experimentierpartnerin bzw. dem Experimentierpartner genutzt.

9.1.5.3 Sozialverhalten

Nach Schlömerkemper (1987) dient eine Lernumgebung im Sinne des Kleingruppen-Modells neben dem fachlichen Lernen unter anderem auch dem sozialen Lernen. Während die Skalen Kooperation und Sozialkontakt der Lehrereinschätzliste von Petermann und Petermann (2013) im Pre- und Post-Test keine signifikanten Unterschiede aufweisen, zeigt sich, dass sich das Einfühlungsvermögen und die Hilfsbereitschaft signifikant verbessert (großer Effekt; Korrelationskoeffizient $r = 0{,}67$).[128] Mögliche Gründe bzw. Probleme dafür, dass die Skala Kooperation in der Lernumgebung nicht gefördert wurde, wurden bereits im Abschnitt 9.1.5.2 beschrieben. Dieser Abschnitt fokussiert daher stärker auf die Hilfsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler. Für die Ziele der Lernumgebung sind insbesondere die Items 16 („Erkennt, wenn andere Hilfe brauchen“) und 17 („Hilft aus eigener Initiative“) der Skala Einfühlungsvermögen und die Hilfsbereitschaft in der Lehrereinschätzliste (Petermann & Petermann, 2013) relevant. In beiden Items zeigen sich signifikante Änderungen vom Pre- zum Post-Test mit großen Effekten. Dies entspricht den Aussagen von Johnson et al. (2005), dass insbesondere kooperative Langzeitgruppen „einander Unterstützung, Motivation und Hilfe beim Lernen gewähren. [...] Wenn die Schüler wissen, dass ihre Gruppe über längere Zeit zusammenbleibt, kümmern sie sich darum, einander zu motivieren und zu unterstützen sowie Probleme, die bei der Zusammenarbeit auftreten, zu lösen“ (ebd., S. 71). Auch die Ausführungen der Lehrkräfte in den Lehrerinterviews deuten darauf hin, dass die Schülerinnen und Schüler sich gegenseitig unterstützen (MESO1_SIH_UK 5.1), wobei das Hilfesystem – trotz seiner Schwierigkeiten (vgl. Abschnitt 9.1.4.5) – recht präsent ist (MESO1_SIH_UK 5.2). Die

[128] Inwiefern dies durch die Implementation bedingt ist, lässt sich an dieser Stelle jedoch nicht bewerten, weil kein Kontrollgruppen-Design genutzt wurde (Rost, 2013).

Grundidee der Lehrkräfte zur Gruppeneinteilung, dass gerade die stärkeren Lernenden die schwächeren Lernenden unterstützen, gelingt darüber hinaus nicht immer (MESO1_SIH_UK 5.3). Zur Verbesserung der gegenseitigen Unterstützung bzw. zur Förderung der Hilfsbereitschaft unter den Schülerinnen und Schüler sollte sich ebenfalls die bereits in Abschnitt 9.1.5.2 beschriebene Erhöhung der positiven Interdependenz im Re-Design eignen (vgl. z.B. Slavin, 1993). Ferner gilt es jedoch auch die individuelle Verantwortlichkeit der Lernenden im Sinne des kooperativen Lernens zu erhöhen (ebd.).

9.1.5.4 Zusammenfassung und Rückblick auf die Forschungshypothesen

Die gewonnenen Erkenntnisse sind divers und insbesondere die Problemanalysen sind der Ausgangspunkt für die Veränderung des Designs für den 2. Mesozyklus. Gleichzeitig hat sich gezeigt, dass die identifizierten Probleme teilweise sowohl Auswirkungen auf die soziale Integration, das Sozialverhalten und das Lern- und Arbeitsverhalten haben. Entsprechend der vorherigen Ausführungen gilt es insbesondere den Fokus stärker auf die Kriterien des kooperativen Lernens zu legen (z.B. Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019; vgl. auch Abschnitt 4.3) und die Materialien sprachlich und didaktisch zu reduzieren. Ferner gilt es, gewünschte Verhaltensweisen mit den Lernenden explizit im Sinne eines Regelwerks zu thematisieren und entsprechende (positive und negative) Konsequenzen im Sinne eines Verstärkersystems (vgl. auch Abschnitt 4.1) zu integrieren.

Frage	Skala	Erhebungsinstrument	Hypothese
Hypothesen zur Förderung des Sozialverhaltens und der sozialen Integration			
M1.S1	Kooperationsfähigkeit	LSL	H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$
M1.S2.A	**Hilfsbereitschaft / Einfühlungsvermögen**	LSL	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}}$
M1.S3	Sozialkontakt	LSL	H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$
M1.S4.A	Vergleich soz. Int. im Pre-Test Wunsch nach Sitznachbar:		
	Wahlen	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{G-20\%} < M_{G-80\%}}$
	Ablehnungen	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{G-20\%} > M_{G-80\%}}$
	Vergleich soz. Int. im Pre-Test Wunsch nach Exp. Partner:		
	Wahlen	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{G-20\%} < M_{G-80\%}}$
	Ablehnungen	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{G-20\%} > M_{G-80\%}}$
M1.S4.B	Veränderung Sitznachbar:		
	Wahlen (alle)	Soziometrie	H_0: $M_{alle,post} \leq M_{alle,pre}$
	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{alle,,post} < M_{alle,pre}}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$;
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{G-20\%,post} < M_{G-20\%,pre}}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	H_0: $M_{G-80\%,post} \leq M_{G-80\%,pre}$
	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	H_0: $M_{G-80\%,post} \geq M_{G-80\%,pre}$;
	Veränderung Exp. Partner:		
	Wahlen (alle)	Soziometrie	H_0: $M_{alle,post} \leq M_{alle,pre}$

	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,,post} < M_{alle,pre}}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	$H_0: M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre};$
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{G-20\%,post} < M_{G-20\%,pre}}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	$H_0: M_{G-80\%,post} \leq M_{G-80\%,pre}$
	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{G-80\%,post} < M_{G-80\%,pre}}$
Hypothesen zur Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens			
M1.L1.A	Konzentration	LSL	$H_0: M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$
M1.L2	Ausdauer	LSL	$H_0: M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$
M1.L3.A	Selbstständigkeit	LSL	$H_0: M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$

Tabelle 48: Rückbezug auf die Hypothesen ausgehend von den Erkenntnissen des 1. Mesozyklus.

Ein Blick auf die gewonnenen Erkenntnisse und die Forschungshypothesen in Abschnitt 9.1.1 zeigt, dass für einige (normal gedruckte) Hypothesen in Tabelle 48 die Nullhypothese beibehalten werden muss. Insgesamt wurde in 10 von 22 Fällen die Alternativhypothese H_1 angenommen. Die angenommenen Alternativhypothesen sind in Tabelle 48 fett gedruckt.

9.2 Zusatzerhebung zu Regeln, Routinen und Konsequenzen im NW- bzw. Physikunterricht

9.2.1 Fragestellung der Zusatzerhebung

Die Ergebnisse der Lehrerinterviews haben gezeigt, dass es für die Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* notwendig ist klare Verhaltensweisen, z.B. in Form von Regeln, zu definieren. So formulierte eine Lehrkraft im Rahmen der Interviews am Ende des 1. Mesozyklus:

> „Hätte bei der 401 tatsächlich [...] mehrfach deutlich gemacht [...] was ich als ein angemessenes Verhalten im Unterricht ansehe“ (Interview 4, Mesozyklus 1, Z. 286-287).

Gleichzeitig sind insbesondere Regeln notwendig, um beispielsweise zu vermeiden, dass die Schülerinnen und Schüler Unsinn mit den Experimentiermaterialen (z.B. gegenseitiges Nasspritzen mit der Zerstäuberflasche) machen. Ferner haben einzelne Lehrkräfte nur in geringem Maße bei Unterrichtsstörungen interveniert. Gerade im Sinne eines geeigneten proaktiven Classroom-Managements sind passende Regeln, Konsequenzen und Routinen entscheidend (vgl. auch Helmke, 2012; Helmke, 2015; Leidig & Pössinger, 2018; Pawlak & Groß, 2020), wobei gerade Regeln eine „überragende Rolle“ (Helmke, 2012, S. 179) für das Verhalten von Schülerinnen und Schüler spielen – dies gilt insbesondere für die experimentellen Phasen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht (Pawlak & Groß, 2020). Aber was ist ein angemessenes Verhalten im Physik- bzw. NW-Unterricht? Trotz der wichtigen Rolle von Regeln, Routinen und Konsequenzen im Sinne des Classroom-Managements existieren in der deutschsprachen Literatur zum jetzigen Zeitpunkt keine expliziten Vorschläge hierzu mit Bezug zum inklusiven Physikunterricht. Entsprechend sollen in einer explorativen Zusatzerhebung daher folgende Fragestellungen untersucht werden:

1) Welche Regeln gelten im inklusiven Physik- bzw. NW-Unterricht?
2) Welche Routinen gibt es im inklusiven Physik- bzw. NW-Unterricht?
3) Welche positiven und negativen Konsequenzen nutzen die Lehrkräfte in ihrem inklusiven Physik- bzw. NW-Unterricht?

Da sich Physik- bzw. NW-Unterricht häufig durch einen Wechsel von experimentellen und theoretischen Phasen (z.B. in Form von Übungs- und Anwendungsaufgaben) auszeichnet, wird darüber hinaus bei Frage 1) bzw. Frage 2) zwischen experimentellen und theoretischen Phasen differenziert. Aus den Erkenntnissen werden Schlussfolgerungen für das Design der Lernumgebung im Hinblick auf Regeln, Routinen und Konsequenzen gezogen.

9.2.2 Methode

9.2.2.1 Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt haben 10 Lehrkräfte, die im inklusiven Physik- bzw. NW-Unterricht arbeiten, an der Befragung teilgenommen. Dabei handelt es sich sowohl um Lehrkräfte, die mit dem Institut für Physikdidaktik der Universität zu Köln im Rahmen des inklusiven Physikunterrichts kooperieren (5 Teilnehmer/innen), als auch um Lehrkräfte, die an der Implementation im 2. Mesozyklus (5 Teilnehmer/innen) teilnehmen. Lediglich eine Lehrkraft, die an der Implementation im 2. Mesozyklus mit ihrer Lerngruppe teilgenommen hat, hat sich nicht an der Befragung beteiligt.

9.2.2.2 Erhebungsinstrument

Aus ökonomischen Gründen wurden für die explorative Untersuchung der Forschungsfragen zu Regeln, Routinen und Konsequenzen keine qualitativen Interviews mit den Lehrkräften geführt. Vielmehr wurde mit der Software LimeSurvey ein Online-Fragebogen mit sechs offenen Fragestellungen erstellt (vgl. Tabelle 49). Dabei haben die Befragten „bei offenen Fragen [...] die Möglichkeit, etwas selbst Formuliertes als Antwort auf einem dafür vorgesehenen Platz niederzuschreiben“ (Raab-Steiner & Benesch, 2015, S. 52).

Auch wenn offene Fragen in der Auswertung aufwendiger sind (vgl. ebd., Hammann & Jördens, 2014) wurden sie in diesem Fall gewählt, weil es sich um eine explorative Erhebung handelt (Raab-Steiner & Benesch, 2015) und nicht lediglich die Zustimmung zu bestimmten Regeln, Konsequenzen und Routinen abgefragt werden sollte. Es wurde bei der Formulierung der Fragestellungen darauf geachtet, dass sie auf die Zielgruppe abgestimmt sind (ebd.). Ungenaue Fachbegriffe wurden erläutert. Ferner wurde beachtet, dass die Gesamtlänge des Fragebogens akzeptabel ist (vgl. ebd.).

Neben der Frage zur Teilnahme am Forschungsvorhaben zur Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* (Frage 1), wurden die Lehrkräfte in zwei Fragen zu den im Unterricht verwendeten Regeln in den experimentellen Phasen (Frage 2) und den Übungs- und Anwendungsphasen (Frage 3) befragt. Die Fragen 4 und 5 behandelten entsprechend die Routinen in den experimentellen bzw. Übungs- und Anwendungsphasen. Während jedoch der Begriff *Regel* ohne weitere Anmerkungen verständlich sein sollte, ist dies beim Begriff der *Routine* nicht notwendigerweise der Fall.

Entsprechend wurde der Begriff im Rahmen der Fragestellungen definiert. Dabei wurde auf eine Definition von Helmke und Helmke (2015) zurückgegriffen: Routinen „sind spezifische, explizit gelernte und eingeübte Verhaltensmuster für immer wiederkehrende Situationen, die dafür sorgen, dass im Unterricht allen klar ist, was von wem und wie getan werden muss“ (ebd., S. 8). Ferner wurden die Lehrkräfte in den Fragen 6 und 7 nach positiven und negativen Konsequenzen befragt.

1	Nehmen Sie an der Hauptstudie[129] des Forschungsvorhabens von Alexander Küpper mit Ihrer Lerngruppe in diesem Schuljahr teil?
2	Wir fokussieren uns auf den NW- bzw. Physikunterricht der Klassen 5 und 6. NW- bzw. Physikunterricht ist gekennzeichnet durch experimentelle Unterrichtsphasen. Welche Regeln gelten in Ihrem NW- bzw. Physikunterricht für die experimentellen Phasen?
3	In Übungs- und Anwendungsphasen arbeiten die Schüler*innen auch im NW- bzw. Physikunterricht individuell, in Partner- oder Gruppenarbeit. Welche Regeln gelten in Ihrem NW- bzw. Physikunterricht in den Übungs- und Anwendungsphasen?
4	Gibt es in Ihrem NW- bzw. Physikunterricht der Klassen 5/6 feste Routinen beim Experimentieren? Hierbei sei eine Routine wie folgt definiert: Routinen „sind spezifische, explizit gelernte und eingeübte Verhaltensmuster für immer wiederkehrende Situationen, die dafür sorgen, dass im Unterricht allen klar ist, was von wem und wie getan werden muss“ (Helmke & Helmke, 2015, S.8).
5	Gibt es in Ihrem NW- bzw. Physikunterricht der Klassen 5/6 feste Routinen beim Erarbeiten von Anwendungs- und Übungsaufgaben? Hierbei sei eine Routine wie folgt definiert: Routinen „sind spezifische, explizit gelernte und eingeübte Verhaltensmuster für immer wiederkehrende Situationen, die dafür sorgen, dass im Unterricht allen klar ist, was von wem und wie getan werden muss“ (Helmke & Helmke, 2015, S.8).
6	Nach der Theorie des Classroom-Managements erfordert ein korrektes Ausführen der Regeln durch die Schüler*innen eine positive Konsequenz (bzw. Reaktion). Welche positiven Konsequenzen (bzw. Reaktionen) nutzen Sie in Ihrem NW - bzw. Physikunterricht der Klassen 5/6, wenn sich Schüler*innen entsprechend der Regeln korrekt verhalten?
7	Nach der Theorie des Classroom-Managements erfordert ein nicht-korrektes Ausführen der Regeln durch die Schüler*innen eine negative Konsequenz (bzw. Reaktion). Welche negativen Konsequenzen (bzw. Reaktionen) nutzen Sie in Ihrem NW - bzw. Physikunterricht der Klassen 5/6, wenn sich Schüler*innen entsprechend der Regeln nicht richtig verhalten?

Tabelle 49: Übersicht über die Fragestellung im Online-Fragebogen zu Regeln, Routinen und Konsequenzen.

Der Link zum Fragebogen wurde den Lehrkräften per E-Mail zur Verfügung gestellt. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Antworten anonym sind.

9.2.2.3 Auswertungsdesign

Die von den Lehrkräften eingegebenen Antworten wurden im Programm LimeSurvey als zusammengefasste PDF-Datei abgerufen. Dabei wurden nur die Abgaben gewertet, die vollständig ausgefüllt wurden. Die Daten wurden mit Hilfe von qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) ausgewertet, was nach Hammann und Jördens (2014) auch bei kurzen Antworten in Fragebögen und nicht nur in Interviews möglich ist. Dabei ergaben sich die Oberkategorien (OK) deduktiv aus den Fragestellungen bzw. der Theorie zum Classroom-Management. Die disjunkten Unterkategorien (UK) wurden induktiv aus dem Datenmaterial entwickelt. Aussagen, die von den Lehrkräften an der falschen Stelle im Fragebogen (z.B. Routinen bei den Regeln) genannt wurden, wurden nicht in den

[129] Die Hauptstudie wird in dieser Arbeit als 2. Mesozyklus bezeichnet.

angegebenen Häufigkeiten berücksichtigt. Die Oberkategorien und Unterkategorien sind im Codierleitfaden zusammengefasst und definiert. Für die jeweilige Oberkategorie wird bei der Analyse jeweils nur die passende Frage berücksichtigt. Nähere Details zum genauen Vorgehen bei der qualitativen Inhaltsanalyse findet man in Abschnitt 9.1.3.5.

9.2.3 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die mit qualitativer Inhaltsanalyse ausgewerteten Daten zu Regeln, Konsequenzen und Routinen präsentiert. Die Oberkategorien sind in Tabelle 50 dargestellt. Für die Codierung wurde das Programm MAXQDA genutzt. Die gesamten Daten wurden zusätzlich von einem zweiten Codierer analysiert. Die Intercoder-Reliabilität beträgt 0,89. Die Operationalisierung der Unterkategorien findet man im Anhang.

Kategorie:	Bezeichnung:	Beschreibung:
OK 1	Regeln beim Experimentieren im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht.	Alle Aussagen der Lehrkräften bei Frage 2 zu Regeln in den experimentellen Phasen.
OK 2	Regeln in Übungs- und Anwendungsaufgaben im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht.	Alle Aussagen der Lehrkräften bei Frage 3 zu Regeln in den Übungs- und Anwendungsphasen.
OK 3	Routinen beim Experimentieren im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht.	Alle von den Lehrkräften bei Frage 4 genannten Routinen in den experimentellen Phasen.
OK 4	Routinen in den Übungs- und Anwendungsphasen im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht.	Alle von den Lehrkräften bei Frage 5 genannten Routinen in den Übungs- und Anwendungsphasen.
OK 5	Positive Konsequenzen, die von den Lehrerinnen und Lehrern im inklusiven Unterricht genutzt werden.	Alle von den Lehrkräften bei Frage 6 genannten positiven Konsequenzen im inklusiven Physikunterricht.
OK 6	Negative Konsequenzen, die von den Lehrerinnen und Lehrern im inklusiven Unterricht genutzt werden.	Alle von den Lehrkräften bei Frage 7 genannten negativen Konsequenzen im inklusiven Physikunterricht.

Tabelle 50: Übersicht über die Oberkategorien der Zusatzerhebung zu Regeln, Routinen und Konsequenzen.

9.2.3.1 Regeln im inklusiven Physik- bzw. NW-Unterricht

Die von den Lehrkräften getätigten Aussagen zu Regeln beim Experimentieren im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht konnten zu 13 Unterkategorien zusammengefasst werden. Die Regeln lassen sich wiederum in sicherheitsrelevante Aspekte, soziale Aspekte, zum Arbeitsverhalten beim Experimentieren, sowie weiteren Regeln gruppieren. Dabei ist zu beachten, dass diese Gruppierungen lediglich der Übersicht der Unterkategorien dienen, nicht notwendigerweise disjunkt zueinander sind und entsprechend die einzelne Unterkategorien auch in der jeweils anderen Gruppe eingeordnet werden könnten. Insbesondere die Gruppierung zu den sicherheitsrelevanten Aspekten ist eigentlich ein Bestandteil der Gruppierung Arbeitsverhalten. Sie wird hier gesondert betrachtet, weil Sicherheit beim Experimentieren gerade im inklusiven Unterricht entscheidend ist (vgl. z.B. Steele, 2004; Lebherz, 2007).

Eine übersichtliche Darstellung der einzelnen Unterkategorien inklusive der Anzahl der Codierungen findet man in Tabelle 51. Regeln, die in ähnlicher Weise auch in den Übungs- und Anwendungsphasen (vgl. nächster Abschnitt) von den Lehrkräften genannt sind, sind in Tabelle 51 fett markiert. Die von den Lehrkräften getätigten Aussagen zu Regeln in den Übungs- und Anwendungsphasen im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht konnten zu 12 Unterkategorien zusammengefasst werden. Ähnlich wie bei den Regeln für die experimentellen Phasen lassen sich die Regeln für Übungs- und Anwendungsaufgaben ebenfalls gruppieren. Diese Gruppierungen sind: Arbeitsverhalten und Sozialverhalten. Man beachte, dass diese beiden Gruppierungen nicht disjunkt zueinander sind und die einzelnen Unterkategorien teilweise auch in der jeweils anderen Gruppe eingeordnet werden könnten. Die Gruppierung dient auch hier nur der Übersicht.

Gruppierung:	UK	Kategorie	# Codierungen
Arbeitsverhalten	ZU_RRK_UK 1.1	**Alle Schülerinnen und Schüler beteiligen sich aktiv am Experiment und der Auswertung.**	2
	ZU_RRK_UK 1.2	Am Ende des Experiments werden die Materialien wieder zurückgebracht. Der Experimentierplatz wird aufgeräumt.	1
	ZU_RRK_UK 1.3	**Die Schülerinnen und Schüler arbeiten ruhig und konzentriert.**	5
„Allgemeine Experimentierregeln“ (Pawlak & Groß, 2020) in Anlehnung an die RISU (MSB, 2017)	ZU_RRK_UK 1.4	Sicherheitshinweise werden eingehalten.[130]	9
	ZU_RRK_UK 1.5	In den experimentellen Phasen wird nicht gerannt.	3
	ZU_RRK_UK 1.6	Rucksäcke und Jacken liegen abseits.	2
	ZU_RRK_UK 1.7	Im Physik- bzw. NW-Raum wird nicht gegessen und getrunken.	4
	ZU_RRK_UK 1.8	**Während des Experiments bleiben alle Lernenden auf ihrem Platz.**	1
	ZU_RRK_UK 1.9	Am Platz sind nur die für das Experiment notwendigen Materialien.	1
	ZU_RRK_UK 1.10	**Den Anweisungen der Lehrkraft ist Folge zu leisten.**	3
	ZU_RRK_UK 1.11	**Genau an die Versuchsanleitung halten.**	2
Sozialverhalten	ZU_RRK_UK 1.12	**Bei Experimenten arbeiten die Schülerinnen und Schüler im Team.**	1
Weitere Regeln	ZU_RRK_UK 1.13	Zusätzlich gelten die Schul- und Klassenregeln.	1

Tabelle 51: Regeln beim Experimentieren im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht.

Die ermittelten Unterkategorien inklusive der Anzahl der Codierungen findet man in Tabelle 52. Regeln, die in ähnlicher Weise auch in den experimentellen Phasen (vgl. nächster Abschnitt) von den Lehrkräften genannt sind, sind in Tabelle 52 ebenfalls fett markiert.

[130] Man beachte, dass in diese Unterkategorie auch Aussagen eingefügt werden, welche für die Lernumgebung bedingt durch die Materialauswahl nicht relevante Sicherheitshinweise nennen, z.B. *Bei offenen Flammen Haare zusammenbinden*.

Gruppierung:	UK	Kategorie	# Codierungen
Arbeitsverhalten	ZU_RRK_UK 2.1	**Schülerinnen und Schüler bleiben während des Unterrichts auf ihrem Platz sitzen.**	3
	ZU_RRK_UK 2.2	**Die Schülerinnen und Schüler halten sich an die Aufgabenstellung.**	1
	ZU_RRK_UK 2.3	**Den Anweisungen der Lehrkraft ist Folge zu leisten.**	1
	ZU_RRK_UK 2.4	**Jedes Kind beteiligt sich aktiv am Arbeitsprozess.**	1
	ZU_RRK_UK 2.5	Fragen werden zunächst mit der Gruppe geklärt.	1
	ZU_RRK_UK 2.6	**Die Schülerinnen und Schüler arbeiten leise und konzentriert.**	5
	ZU_RRK_UK 2.7	Die Schülerinnen und Schüler passen im Unterricht auf.	1
	ZU_RRK_UK 2.8	Bei Fragen melden sich die Schülerinnen und Schüler.	1
Sozialverhalten	ZU_RRK_UK 2.9	**Bei Gruppenarbeit arbeiten die Lernenden im Team.**	1
	ZU_RRK_UK 2.10	Bei Gruppenarbeit redet immer nur ein Kind.	1
	ZU_RRK_UK 2.11	Die Lernenden verhalten sich so, dass ihre Mitschülerinnen und Mitschüler und die Lehrkräfte nicht gestört werden.	1
	ZU_RRK_UK 2.12	Schülerinnen und Schüler gehen respektvoll miteinander um.	1

Tabelle 52: Regeln in den Übungs- und Anwendungsphasen im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht.

9.2.3.2 Routinen im inklusiven Physik- bzw. NW-Unterricht

Neben Regeln spielen beim Classroom-Management nach Helmke und Helmke (2015) auch Routinen eine entscheidende Rolle (vgl. auch Pawlak & Groß, 2020). Wie bei den Regeln wurde zwischen Routinen beim Experimentieren und Routinen in den Übungs- und Anwendungsphasen unterschieden. Insgesamt wurden zehn Aussagen der Lehrkräfte in sieben Unterkategorien einsortiert. Diese Unterkategorien wurden in Anlehnung an die von Pawlak und Groß (2020) gefundenen Experimentierroutinen für den inklusiven Chemieunterricht gruppiert, wobei von den Lehrkräften in dieser Studie lediglich allgemeine Experimentierroutinen und Organisations- und Mobilitätsroutinen genannt wurden. Aspekte, die in ähnlicher Weise bei den Experimentierroutinen und den Routinen für Übungs- und Anwendungsphasen vorkommen, wurden in Tabelle 53 fett markiert.

Neben Routinen in den experimentellen Phasen nennen die Lehrkräfte auch Routinen in den Übungs- und Anwendungsphasen: Dabei werden insgesamt acht Routinen genannt, die in sechs Unterkategorien eingeordnet werden konnten. Aspekte, die sowohl in als Experimentierroutinen bzw. Routinen in den Übungs- und Anwendungsphasen genannt werden, sind die Unterstützung der Lehrkraft durch einzelne Schülerinnen und Schüler (ZU_RRK_UK 4.3, 1 Codierung), das Bereitstellen und Nutzen von Musterlösungen oder Hilfen (ZU_RRK_UK 4.5, 2 Codierungen) und dass es einen festen Ablauf zur Bearbeitung

von Aufgaben gibt (ZU_RRK_UK 4.6, 2 Codierungen). Dieser wird bei einer Lehrkraft wie folgt beschrieben:

„Erst zuhören, dann lesen, dann gegebenenfalls Fragen stellen“ (Lehrkraft 6).

Dabei sollte erwähnt werden, dass die Lehrkraft auch anmerkt, dass dies nicht von allen Lernenden verinnerlicht worden ist.

Experimentierroutinen Pawlak & Groß (2020)	UK		# Cod.
Allgemeine Experimentierroutinen	ZU_RRK_UK 3.1	**Klarer Ablauf der Experimentiervorbereitung und -durchführung.**	1
	ZU_RRK_UK 3.2	Jacken und Rucksäcke werden zu Beginn der Unterrichtsstunde auf die Fensterbank gelegt.[131]	1
Organisations- & Mobilitätsroutinen	ZU_RRK_UK 3.3	Verwendung von Experimentierkoffern.	1
	ZU_RRK_UK 3.4	**Entlastung der Lehrkraft durch die Schülerinnen und Schüler.**	1
	ZU_RRK_UK 3.5	**Hilfen und Lösungen liegen an zentraler Stelle aus.**	2
	ZU_RRK_UK 3.6	Während des Experiments verlassen die Lernenden den Sitzplatz nicht.	1
	ZU_RRK_UK 3.7	Die Lernenden erhalten feste Rollen während der Experimente.	3
Geräteroutinen	-	-	-

Tabelle 53: Experimentierroutinen – sortiert nach dem Grundschema von Pawlak und Groß (2020).[132]

Weitere Routinen bei Übungs- und Anwendungsaufgaben sind ein Ruhezeichen (ZU_RRK_UK 4.2, 1 Codierung), dass sich die Lernenden bei Fragen melden (ZU_RRK_UK 4.4, 1 Codierung) und der Lösungsvergleich durch kooperative Lernformen (ZU_RRK_UK 4.1, 1 Codierung).

9.2.3.3 Positive und negative Konsequenzen im inklusiven Physik- bzw. NW-Unterricht

Die von den Lehrkräften genannten bzw. genutzten positiven Konsequenzen im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht konnten zu sieben Unterkategorien zusammengefasst werden. Dabei werden vor allem das Lob (vor den Mitschülerinnen und Mitschülern) (ZU_RRK_UK UK 5.7) und die Verwendung von Verstärkersystemen, z.B. in Form von Smileys, häufig genannt (ZU_RRK_UK UK 5.5). Darüber hinaus nutzen die Lehrkräfte als positive Konsequenzen persönliche Gespräche mit den Lernenden (ZU_RRK_UK UK 5.2), Lob-Briefe an die Eltern (ZU_RRK_UK UK 5.4) bzw. das Einhalten von Regeln hat einen positiven Einfluss auf die NW- bzw. Physiknote (ZU_RRK_UK UK 5.6). Ferner werden

[131] Man beachte, dass dies auch bei den Regeln genannt wurde.

[132] Man beachte, dass die Ergebnisse von Pawlak und Groß (2020) zum Zeitpunkt der Datenerhebung und Auswertung noch nicht vorlagen bzw. veröffentlicht waren. Die ermittelten Daten wurden nachträglich zur Übersichtlichkeit in das Schema von Pawlak und Groß (2020) eingruppiert.

die Schülerinnen und Schüler, welche die Regeln einhalten, als Experten eingesetzt (ZU_RRK_UK 5.1) und bei besonders schwierigen Lerngruppen werden Spiele am Ende einer Unterrichtsreihe mit den Lernenden gespielt (ZU_RRK_UK UK 5.3). Die Häufigkeit der Codierungen der einzelnen Unterkategorien ist in Tabelle 54 (oben) dargestellt.

Während von den Lehrkräften bei den positiven Konsequenzen insgesamt 17 Aussagen getroffen wurde, die in sieben Unterkategorien eingeordnet werden konnten, werden mit 20 Aussagen (in 11 Unterkategorien) ähnlich viele negative Konsequenzen genannt; auch wenn die Anzahl der Unterkategorien um einiges höher ist. Besonders häufig werden negative Konsequenzen in Form von Verstärkersysteme (z.B. negative Smileys, ZU_RRK_UK 6.3) und der Ausschluss von Schülerinnen und Schülern vom Unterricht unter Wahrung der Aufsichtspflicht (z.B. durch Schicken der Lernenden in eine andere Klasse, ZU_RRK_UK 6.9) genannt. Darüber hinaus werden persönliche Gespräche mit den Lernenden (ZU_RRK_UK 6.2), die Rückmeldung an die Klassenlehrerinnen bzw. Klassenlehrer oder die Eltern (ZU_RRK_UK 6.4) als negative Konsequenzen vorgeschlagen. Auch nutzen die Lehrkräfte die Möglichkeit der Übertragung einer sozialen Aufgabe (wie z.B. Müll aufsammeln auf dem Schulhof, ZU_RRK_UK 6.1), das Nacharbeiten des durch die Störungen verpassten Stoffs (ZU_RRK_UK 6.5), das Formulieren einer schriftlichen Reflexion (ZU_RRK_UK 6.6) oder einen Eintrag ins Klassenbuch (ZU_RRK_UK 6.10). Ferner werden die Schülerinnen und Schüler mündlich ermahnt (ZU_RRK_UK 6.11) bzw. eine Lehrkraft äußert vor der gesamten Lerngruppe, was in der jeweiligen Stunde nicht gut gelaufen ist und verbessert werden muss (ZU_RRK_UK 6. 8). Darüber hinaus hat das Nicht-Einhalten von Regeln einen negativen Einfluss auf die NW- bzw. Physiknote (ZU_RRK_UK 6.7). Die Häufigkeit der Codierungen der einzelnen Unterkategorien findet sich in Tabelle 54 (unten).

UK (pos. Konsequenzen)	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7				
# Cod.	1	1	1	2	5	2	5				
UK (neg. Konsequenzen)	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	6.10	6.11
# Cod.	1	2	4	2	2	1	1	1	4	1	1

Tabelle 54: Anzahl der Codierungen der Unterkategorien zu negativen und positiven Konsequenzen.

9.2.4 Diskussion und Folgerungen für das Re-Design im 2. Mesozyklus

Von den Lehrkräften wurde eine Vielzahl an unterschiedlichen Regeln, Routinen, aber auch Konsequenzen genannt. Sie wurden in der Ergebnisdarstellung ausführlich präsentiert. Nur wenige Regeln, Routinen oder Konsequenzen wurden von allen Lehrkräften genannt, was darauf hinweist, dass die Lehrkräfte häufig individuelle Regeln, Routinen und Konsequenzen für ihre Lerngruppen entwickelt bzw. eingeführt haben. Ferner konnte nachgewiesen werden, dass bestimmte Regeln sowohl in den experimentellen Phasen als auch in den Übungs- und Anwendungsphasen gelten. Gleichzeitig zeigt sich, dass bestimmte Regeln nur während der jeweiligen Phase gelten und es folglich für verschiedene Phasen unterschiedliche Regeln gibt. Entsprechend hängen die verwendeten Regeln auch vom Design des Unterrichts ab. Somit gilt es die Regeln für die Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* an die Charakteristika dieser Lernumgebung anzupassen. Dabei gilt es nicht alle der erhobenen Regeln in die Lernumgebung zu integrieren, weil nach Lohmann (2012) bzw. Hennemann und Hövel (2014) die Anzahl an Regeln möglichst gering sein sollte. Es gilt somit die

Anzahl an erhobenen Regeln zu minimieren und gezielter an die Lernumgebung anzupassen. Die Übersicht in Tabelle 55 zeigt die für die Lernumgebung angepassten Regeln. Sie ergeben sich mit Ausnahme von Regel 6) alle aus den von den Lehrkräften genannten Regeln. Dies erscheint notwendig, weil ein Teil der Lehrkräfte, die an dieser Befragung teilgenommen haben, ebenfalls am 2. Mesozyklus teilnehmen. Entsprechend sollte ein Teil der Regeln den Lerngruppen bereits bekannt sein. Regel 6) wiederum ergibt sich aus den Erfahrungen des 1. Mesozyklus, die in Abschnitt 9.1.4.4 beschrieben wurden. Es wurde jeweils angegeben, aus welcher Unterkategorie sich die Regeln ergeben haben.

Regel:	Bereich:
1) *Am Anfang der Stunde hole ich mein Arbeitsheft vorne ab (ZU_RRK_UK 3.1; ZU_RRK_UK 4.6).*	Arbeitsverhalten (Selbstständigkeit)
2) Ich arbeite konzentriert und spreche mit 30-cm-Stimme (vgl. ZU_RRK_UK 1.3; ZU_RRK_UK 2.6).	Arbeitsverhalten (Konzentration)
3) *Die Experimentierkoffer steht nur während der Experimente auf dem Tisch (in Anlehnung an ZU_RRK_UK 1.9; ZU_RRK_UK 3.3).*	Arbeitsverhalten (Konzentration)
4) Bei Experimenten arbeiten wir immer im Team. Keiner wird ausgeschlossen! (ZU_RRK_UK 1.12)	Sozialverhalten (Soziale Integration)
5) Während der Experimente esse und trinke ich nicht (ZU_RRK_UK 1.7).	Arbeitsverhalten (allgemein)
6) Die Experimentier-Materialien benutze ich nur für die Durchführung der Experimente (in Anlehnung an Abschnitt 9.1.5.1).	Arbeitsverhalten (allgemein)
7) *Bei Fragen benutze ich erst die Hilfekarten oder frage die Kinder an meinem Gruppentisch. Erst danach frage ich die Lehrkraft (ZU_RRK_UK 2.5; ZU_RRK_UK 3.5; ZU_RRK_UK 4.5).*	Arbeitsverhalten (Selbstständigkeit)
8) Ich befolge die Anweisungen meiner Lehrkraft (ZU_RRK_UK 1.10; ZU_RRK_UK 2.3).	Arbeitsverhalten (allgemein)
9) *Am Ende der Stunde bringe ich mein Arbeitsheft und den Experimentierkoffer wieder nach vorne (ZU_RRK_UK 1.2; ZU_RRK_UK 3.1; ZU_RRK_UK 4.6).*	Arbeitsverhalten (Selbstständigkeit)

Tabelle 55: Aus den Kategorien entwickeltes Regelwerk für den 2. Mesozyklus.

Auf eine explizite Formulierung von ergänzenden Sicherheitsregeln wurde weitestgehend verzichtet. Die Begründung liegt darin, dass den Lernenden diese Regeln aus dem bisherigen Unterricht bekannt sein sollten und die Experimentier-Materialien bzw. der Experimentierkoffer so gestaltet wurden, dass keine Gefahren auftreten sollten (vgl. auch Abschnitt 5.7.5; Küpper et al. (im Druck)). Aspekte wie „Genau an die Versuchsanleitung halten“ (ZU_RRK_UK 1.11) wurden ebenfalls nicht berücksichtigt, weil es im Sinne des Forschenden Lernens (vgl. Bonnstetter, 1998; Blanchard et al., 2010; Abschnitt 5.7.2) keine detaillierte Versuchsanleitung, sondern lediglich eine Problemstellung (inklusive freiwilliger Hilfen), gibt (vgl. auch Abschnitt 5.7.3).

Auch wenn die Anzahl an Regeln bereits reduziert wurde, sind neun Regeln immer noch weit über der von Hennemann und Hövel (2014) genannten Zahl von vier bis fünf Regeln. Daher werden in den einzelnen Unterrichtsstunden Schwerpunkte gesetzt, welche explizit bei den Konsequenzen berücksichtigt werden (vgl. auch Vorschlag bei Küpper et al., 2019b). Einige der Regeln sind im oben genannten Regelwerk ferner kursiv gesetzt. Hierbei handelt es sich nicht nur um Regeln. Vielmehr handelt es sich auch um Routinen, die sich im Laufe der Zeit in der Lernumgebung aus den Regeln entwickeln bzw. einspielen sollten. Das es sich hierbei um Routinen handelt erkennt man ebenfalls daran, dass sich diese unter anderem aus den Oberkategorien 3 und 4 ergeben haben. Folglich sollte sich im Laufe der

Zeit die Anzahl an tatsächlichen Regeln von neun auf fünf Regeln (Regel 2, 4, 5, 6 und 8) reduzieren. Dabei ist ferner zu beachten, dass sich drei der vier Routinen (Regel 1, 7 und 9) jeweils auf die Förderung der Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler beziehen. Auf die hin und wieder im naturwissenschaftlichen Unterricht verwendeten Rollenverteilungen bei Experimenten (vgl. ZU_RRK_UK 3.7; Pawlak & Groß, 2020), wie z.B. Gruppensprecher, Schriftführer, Stellvertreter, Disziplin und Zeitwächter, Spion oder Materialkontrolleur (Hepp & Miehe, 2004) wurde in der Lernumgebung bewusst verzichtet, weil bestimmte Rollen wie z.B. der Schriftführer bei den qualitativen Experimenten überflüssig sind – vor allem, weil alle Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse notieren sollen. Gleichzeitig ist fraglich, ob eine Rollenverteilung nicht der Statusgleichheit der Lernenden im Sinne der Kontakttheorie (vgl. Huber, 2019) widerspricht. Insbesondere der Gruppensprecher, der die Gruppe leitet (Hepp & Miehe, 2004), dürfte einen anderen Status als die übrigen Mitglieder der Gruppe haben.

Wenn Regeln aufgestellt werden ist es notwendig, dass das Einhalten bzw. Nicht-Einhalten dieser Regeln entsprechend mit positiven und negativen Konsequenzen bedacht wird (vgl. Helmke, 2012; Hennemann & Hövel, 2014; Helmke & Helmke, 2015; Leidig & Pössinger, 2018; Pawlak & Groß, 2020). Derartige Konsequenzen können die Wahrscheinlichkeit für die Einhaltung von Regeln erhöhen (Helmke, 2012). Die Lehrkräfte, die an der Erhebung teilgenommen haben, nennen sowohl eine Reihe an positiven als auch an negativen Konsequenzen, welche sie in ihrem Unterricht nutzen. Dabei zeigt sich auch hier an der Anzahl der Codierungen, dass bestimmte Konsequenzen häufiger verwendet werden als andere. Besonders häufig wird die positive Konsequenz *Lob (vor den Mitschülerinnen und Mitschülern)* und die *Rückmeldung über Verstärkersysteme* genannt. Beide Konsequenzen erscheinen in hohem Maße für die Lernumgebung geeignet, wobei das öffentliche Lob aus Sicht der sozialen Referenzierungstheorie (nach Feinman, 1992) zur Förderung der sozialen Integration geeignet ist (Huber et al., 2015; Huber, 2019). Verstärkersysteme in Form von Smileys oder Stickern dagegen, die gegen zusätzliche Belohnungen getauscht werden (z.B. Gunter et al., 2002; Soares et al., 2016), eignen sich unter bestimmten Bedingungen zur Aufrechterhaltung der Motivation (Wilbert, 2010), was entsprechend der Ergebnisse des 1. Mesozyklus eine wichtige Funktion, auch für die soziale Integration der Lernenden, einnimmt. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Belohnungen in hohem Maße an die Leistungen der Lernenden gekoppelt werden (Cameron et al., 2001). Andere von den Lehrkräften genannte positive Konsequenzen, wie z.B. das gemeinsame Spielen (ZU_RRK_UK 5.3) oder das Schreiben von Elternbriefen seitens der Lehrkräfte, sind zeitaufwändig und im Rahmen der zur Verfügung gestellten Implementationszeit kaum realisierbar bzw. durchführbar (vgl. auch Hennemann & Hövel, 2014). Entsprechend werden sie nicht in Betracht gezogen. Weil Konsequenzen nach Leidig und Pössinger (2018) eher mit negativen Konsequenzen in Verbindung gebracht werden, wundert es nicht, dass die Lehrkräfte auch eine Reihe an negativen Konsequenzen nennen. Dabei werden vor allem Verstärkersysteme (ZU_RRK_UK 6.3), aber auch der Ausschluss von Lernenden aus dem Unterricht unter Wahrung der Aufsichtspflicht (ZU_RRK_UK 6.9) genannt. Jedoch widerspricht ZU_RRK_UK 6.9 der Regel 4 aus dem Regelwerk und ist entsprechend im Sinne der Förderung der sozialen Integration nicht geeignet, weil der Ausschluss einer Lerngruppe einem negativen, öffentlichen Feedback gleichkommt, welches unter Berücksichtigung der sozialen Referenzierungstheorie (nach Feinman, 1992) zu vermeiden ist (Huber et al., 2015; Huber, 2019). In diesem Sinne gilt es zu bedenken, dass das Regelwerk nicht nur für die Schülerinnen und Schüler, sondern auch für die Lehrkräfte gilt. Andere Aspekte, wie die Übertragung einer sozialen Aufgabe, erscheinen im Sinne der geforderten Durchführbarkeit (Hennemann & Hövel, 2014) für Konsequenzen aus Zeitgründen nur schwer realisierbar.

Unabhängig davon zeigt die Erhebung jedoch, dass die Lehrkräfte eine Vielzahl an Konsequenzen in ihrem Unterricht nutzen und den Schülerinnen und Schülern diese Konsequenzen bekannt sind. Entsprechend werden neben der Integration eines Verstärkersystems in die Lernumgebung und die Empfehlung des Lobens vor der gesamten Lerngruppe und der Kritik im Einzelgespräch (vgl. auch Abschnitt 4.4.2), in der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* keine Vorgaben zu Konsequenzen gemacht. Dies beinhaltet jedoch auch, dass die negativen Konsequenzen *Ausschluss aus der Lerngruppe* (ZU_RRK_UK 6.2) und *Äußerungen vor der gesamten Lerngruppe was bei einzelnen Gruppen oder Lernenden nicht gut gelaufen ist* (ZU_RRK_UK 6.8) möglichst zu vermeiden sind. Weitere Details zur Realisierung der gewonnenen Erkenntnisse in der Lernumgebung findet man in Abschnitt 9.3.2.

9.3 Mesozyklus 2

9.3.1 Synthese und Vorbereitung

Im 1. Mesozyklus konnte eine Reihe an Problemen identifiziert werden, welche der Förderung der Kooperation, Selbstständigkeit und sozialen Integration im inklusiven Physikunterricht entgegenwirken können. Auch in diesem Mesozyklus geht es in Anlehnung an Prediger et al. (2012) darum

> „inwieweit die vorgenommene Strukturierung überhaupt tragfähig ist und ob die entwickelten Aufgabenstellungen von den Lernenden verstanden werden, ob sie die bereit gestellten Materialien wie intendiert bearbeiten oder welche Interaktionen zwischen den Lernenden ausgelöst werden“ (ebd., S. 455).

Dabei werden die Änderungen im Design zum 1. Re-Design (vgl. Abschnitt 9.3.2) einerseits quantitativ, als auch qualitativ daraufhin überprüft, inwiefern sich das Lern- und Sozialverhalten, sowie die soziale Integration im Rahmen der Lernumgebung fördern lässt. Ferner werden die Präkonzepte der Lernenden im inklusiven Physikunterricht erhoben. Der Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen wird überprüft, wobei für einzelne Inhalte die Schülervorstellungen nach der Implementation zusätzlich evaluiert werden. Gleichzeitig gilt es über Problemanalysen (Edelson, 2002) Schwierigkeiten des Re-Designs zu ermitteln und diese für die Weiterentwicklung produktiv zu nutzen.

Dementsprechend sollen im 2. Mesozyklus folgende Fragestellungen untersucht werden:

Praktischer Output	
M2.P	Wie bewerten die Lehrkräfte die Experimentiermaterialien und das Arbeitsheft? Welche Verbesserungsvorschläge werden von den Lehrkräften genannt?
Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen	
M2.F1	Inwiefern erwerben die Schülerinnen und Schüler die Kompetenzen ... Kompetenz 1: „Die Schülerinnen und Schüler können das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Absorption) erläutern“ (MSB, 2013, S. 99) und

	Kompetenz 2: „Die Schülerinnen und Schüler können Schattenbildung, Mondphasen und Finsternisse [...] mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären“ (ebd., S. 99).
M2.F2	Wie verändert sich der Kompetenzzuwachs im Vergleich zwischen den Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden?
M2.F3	Bei welchen Inhalten kommt es nicht zu einem ausreichenden Kompetenzzuwachs?
M2.F4	Welche Präkonzepte zu den in Kompetenz 1 und 2 genannten Inhalten liegen bei den Schülerinnen und Schülern zu Beginn der Unterrichtsreihe vor? Welche Vorstellungen haben die Lernenden am Ende der Implementation zu den Inhalten Absorption, Reflexion und Streuung, Schattenentstehung, Mondphasen und Finsternisse?
Förderung des Sozialverhaltens und der sozialen Integration	
M2.S1	Inwiefern lässt sich durch das veränderte Design die Kooperationsfähigkeit der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (in der Lernumgebung) fördern?
M2.S2.A	Inwiefern lässt sich auch mit dem veränderten Design das Einfühlungsvermögen bzw. die Hilfsbereitschaft der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (in der Lernumgebung) fördern?
M2.S2.B	Wie beschreiben die Lehrkräfte die Gruppenarbeit im Hinblick auf die Hilfsbereitschaft der Lernenden?
M2.S3	Inwiefern lässt sich mit dem veränderten Design ein angemessener Sozialkontakt der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (in der Lernumgebung) fördern?
M2.S4.A	Schätzen die 20% der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen ihre soziale Integration und das Klassenklima unterschiedlicher ein als die übrigen Lernenden?
M2.S4.B	Inwiefern lässt sich (in der Lernumgebung) die Selbsteinschätzung der sozialen Integration und des Klassenklimas der Lernenden verändern?
M2.S5.A	Inwiefern lässt sich die Akzeptanz von Schülerinnen und Schülern in der Lerngruppe (bezogen auf die gesamte Lerngruppe) verbessern?
M2.S5.B	Inwiefern lässt sich die Akzeptanz von Schülerinnen und Schülern in der Lerngruppe (bezogen auf die Kleingruppe) verbessern?
M2.S6	Wie verändern sich die von den Lernenden (mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen) selber abgegebenen Wahlen und Ablehnungen bezogen auf die eigene Kleingruppe durch die Lernumgebung?
M2.S7	Wie beschreiben die Lehrkräfte die soziale Integration der Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung? Welche Gründe werden für den (Nicht-)Ausschluss genannt?
M2.S8	Wie wirken sich die Änderungen am Design der Lernumgebung auf die soziale Integration aus?
Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens	
M2.L1	Inwiefern lässt sich das konzentrierte Arbeiten der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (durch das veränderte Design der Lernumgebung) fördern?
M2.L2	Inwiefern lässt sich die Ausdauer beim Lernen der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (mit dem veränderten Design der Lernumgebung) fördern?
M2.L3.A	Inwiefern lässt sich die Selbstständigkeit beim Lernen der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (mit dem veränderten Design der Lernumgebung) fördern?
M2.L3.B	Welche Erfahrungen machen die Lehrkräfte mit dem digitalen Hilfesystem in Form von gestuften Lernhilfen? Ein Fokus liegt hierbei auf der Selbstständigkeit der Lernenden. Welche Verbesserungsvorschläge zum digitalen Hilfesystem nennen die Lehrkräfte aus ihrer Erfahrung in der Lernumgebung heraus?

Tabelle 56: Forschungsfragen für den 2. Mesozyklus.

Die entsprechenden Hypothesen für die quantitativen Forschungsfragen lauten:

Hypothesen zu den Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen	
M2.F1	Die Schülerinnen und Schüler erreichen im Pre-Test des Concept Inventories eine geringere Punktzahl als im Post-Test. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese[133] H_0: $M_{post} \leq M_{pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{post} > M_{pre}$
M2.F2	Der Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden und der übrigen Lernenden ist nicht signifikant unterschiedlich. Nullhypothese:[134] H_0: $\Delta M_{G-20\%} \neq \Delta M_{G-80\%}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{G-20\%} = \Delta M_{G-80\%}$
Hypothesen zur Förderung des Sozialverhaltens und der sozialen Integration	
M2.S1	Die Kooperationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M2.S2.A	Das Einfühlungsvermögen und die Hilfsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M2.S3	Der Sozialkontakt der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M2.S4.A	Die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) schätzen ihre soziale Integration und das Klassenklima schlechter ein als die übrigen Lernende (G-80%). Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%} \geq M_{G-80\%}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%} < M_{G-80\%}$
M2.S4.B	Die empfundene soziale Integration und das Klassenklima der Schülerinnen und Schüler erhöhen sich vom Pre- zum Post-Test. Die Hypothesen gelten jeweils für die soziale Integration und das Klassenklima. Für alle Lernenden: Nullhypothese H_0: $M_{alle,post} \leq M_{alle,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{alle,post} > M_{alle,pre}$ Für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten extern. Verhaltensweisen (20%): Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$ Für die übrigen Lernenden (80%): Nullhypothese H_0: $M_{G-80\%,post} \leq M_{G-80\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-80\%,post} > M_{G-80\%,pre}$
M2.S5.A	Die Schülerinnen und Schüler erhalten von der gesamten Lerngruppe im Pre-Test signifikant weniger Wahlen und signifikant mehr Ablehnungen als im Post-Test. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Für alle Lernenden: Wahlen:

[133] M steht für den Mittelwert.
[134] $\Delta M = \Delta M_{Post} - \Delta M_{Pre}$

	Nullhypothese H_0: $M_{alle,post} \leq M_{alle,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{alle,post} > M_{alle,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{alle,post} \geq M_{alle,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{alle,post} < M_{alle,pre}$ Für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten extern. Verhaltensweisen (20%): Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \geq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} < M_{G-20\%,pre}$ Für die übrigen Lernenden (80%): Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{G-80\%,post} \leq M_{G-80\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-80\%,post} > M_{G-80\%,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{G-80\%,post} \geq M_{G-80\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-80\%,post} < M_{G-80\%,pre}$
M2.S5.B	Die Schülerinnen und Schüler erhalten von der eigenen Kleingruppe im Pre-Test signifikant weniger Wahlen und signifikant mehr Ablehnungen als im Post-Test. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Für alle Lernenden: Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{alle,post} \leq M_{alle,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{alle,post} > M_{alle,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{alle,post} \geq M_{alle,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{alle,post} < M_{alle,pre}$ Für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten extern. Verhaltensweisen (20%): Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \geq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} < M_{G-20\%,pre}$ Für die übrigen Lernenden (80%): Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{G-80\%,post} \leq M_{G-80\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-80\%,post} > M_{G-80\%,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{G-80\%,post} \geq M_{G-80\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-80\%,post} < M_{G-80\%,pre}$
M2.S6	Die Schülerinnen und Schüler vergeben an die Mitglieder der Kleingruppe im Post-Test signifikant mehr Wahlen und signifikant weniger Ablehnungen als im Pre-Test. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Für alle Lernenden: Wahlen:

	Nullhypothese H_0: $M_{alle,post} \leq M_{alle,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{alle,post} > M_{alle,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{alle,post} \geq M_{alle,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{alle,post} < M_{alle,pre}$ Für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten extern. Verhaltensweisen (20%): Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \geq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} < M_{G-20\%,pre}$ Für die übrigen Lernenden (80%): Wahlen: Nullhypothese H_0: $M_{G-80\%,post} \leq M_{G-80\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-80\%,post} > M_{G-80\%,pre}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $M_{G-80\%,post} \geq M_{G-80\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-80\%,post} < M_{G-80\%,pre}$
M2.S8	Durch die Änderungen im Design kommt es bei die Lernenden im 2. Mesozyklus zu einem höheren Anstieg an Wahlen als bei den Lernenden im 1. Mesozyklus. Ferner kommt es durch die Änderungen im Design bei die Lernenden im 2. Mesozyklus zu einem höheren Abfall an Ablehnungen als bei den Lernenden im 1. Mesozyklus. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Wahlen: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{Meso2} \leq \Delta M_{Meso1}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{Meso2} > \Delta M_{Meso1}$ Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{Meso2} \leq \Delta M_{Meso1}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{Meso2} > \Delta M_{Meso1}$ Diese Hypothesen gelten jeweils für alle Lernenden, für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und die übrigen Lernenden.
Hypothese zur Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens	
M2.L1	Die Konzentration der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M2.L2	Die Ausdauer der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$
M2.L3.A	Die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (G-20%) verbessert sich vom Pre- zum Post-Test signifikant. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}$

Tabelle 57: Hypothesen zu den quantitativen Forschungsfragen für den 2. Mesozyklus.

9.3.2 Re-Design

	Akademische Kompetenzen	Soziale Integration	Kooperations-fähigkeit	Selbstständigkeit
Classroom-Management	✓ Korpershoeck et al., 2016	(✓) Schwab & Elias, 2015	(✓) Schwab & Elias, 2015	(✓) Korpershoeck et al., 2016
Team-Kleingruppen-Modell	✓ Schlömerkemper, 1987	✓ Schlömerkemper, 1987	(✓) Schlömerkemper, 1987	✓ Schulz-Wensky, 1996
Kooperatives Lernen	✓ Hattie, 2013	✓ Roseth et al., 2008	✓ Jenkins et al., 2003	✓ Wocken, 2013
Kontakttheorie und SULKI-Modell	✗	✓ Pettigrew & Tropp, 2006	✗	✗
Präkonzepte berücksichtigen	✓ Wodzinski, 2013	✗	✗	✗
Scaffolding durch gestufte Lernhilfen	✓ Wodzinski, 2013	(✓) Wodzinski, 2013	✓ Franke-Braun, 2008	✓ Wodzinski, 2013
Sprachsensibler (Physik-)Unterricht	✓ Leisen, 2019	✗	✗	✓ Bergelt et al., 2016
Kontextorientierter Unterricht	(✓) Bennett et al. (2007)	✗	✗	✗
Schülerexperimente	✓ Welzel et al., 1998	✗	✓ Welzel et al., 1998	✗
Unterstütztes Forschendes Lernen	✓ Furtak et al., 2009	(✓) Abels, 2014	✓ Furtak et al., 2009	✓ Abels, 2015b
Nutzung von digitalen Medien	✓ Hillmayr et al., 2017	✗	(✓) Hillmayr et al., 2017	✓ Hillmayr et al., 2017

Tabelle 58: Zusammenfassung der theoretischen Aspekte im Hinblick auf die gemeinsame Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, sozialer Integration Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit für den 2. Mesozyklus.

Im Sinne des DBR-Ansatzes wurde ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen ein 1. Re-Design entwickelt. An dieser Stelle werden lediglich die Änderungen im Design beschrieben. Für Grundlagen zum Design vergleiche Abschnitt 9.1.2.

Dabei wurden die in Tabelle 58 schwarz gedruckten Aspekte stärker in die Lernumgebung integriert. Die grau markierten Aspekte waren bereits im ersten Design Bestandteil der Lernumgebung und wurden lediglich angepasst bzw. weiterentwickelt.

Die großen Änderungen am Design werden im Folgenden knapp präsentiert. Geringere Änderungen können an dieser Stelle nicht ausführlich erläutert werden.

9.3.2.1 Regelwerk und Verstärkersystem

Entsprechend Abschnitt 9.2.4 wurde ein Regelwerk für die Lernumgebung entwickelt, wobei während der Implementation darauf geachtet wurde, dass die Regeln bereits vor Beginn eingeführt wurden (vgl. Schwab & Elias, 2015), „kontinuierlich gesichert und gefestigt“ (ebd., Seite 179), indem sie zu Beginn jeder Stunde wiederholt werden (vgl. auch Ferreira-González et al., 2019a), und darüber hinaus sichtbar für alle Schülerinnen und Schüler auf einem Plakat dargestellt werden (vgl. ebd.). Aufgrund der hohen Anzahl an Regeln, wurden in jeder Unterrichtsstunde zwei Schwerpunkt-Regeln von der Fachlehrkraft ausgewählt, wobei bei der Auswahl insbesondere die Erfahrungen der letzte(n) Unterrichtsstunde(n) ausschlaggebend waren. Diese Schwerpunkt-Regeln wurden zusätzlich an der Tafel sichtbar notiert.

Entsprechend Abschnitt 9.2.4 wurde für das Re-Design der Lernumgebung ein Verstärkersystem genutzt, welches kontexttreu in Form von Sternenstickern realisiert wurde. Pro Unterrichtstunde à 45 Minuten konnten jede Schülerin bzw. jeder Schüler maximal einen Stern für regeltreues Verhalten gewinnen, wobei die Sterne jeweils unter Berücksichtigung des Einhaltens der Schwerpunktregeln vergeben wurden. Entsprechend konnten bei 90-minütigen Doppelstunden maximal zwei Sterne erzielt werden.

Die Sterne wurden jeweils am Ende der Unterrichtsstunde von der Lehrkraft an die Lernenden ausgegeben, wobei mit den Kleingruppen einzeln über die Stunde gesprochen wurde. Die gewonnenen Sternensticker wurden jeweils in ein spezielles Feld auf der Rückseite des Arbeitshefts geklebt (vgl. Abbildung 46).

Abbildung 46: Platz für gewonnene Sterne auf der Rückseite des Arbeitshefts.

9.3.2.2 Gruppeneinteilung

Im Design für den 1. Mesozyklus wurden die Kleingruppen von den Lehrkräften eingeteilt, wobei von den Lehrkräften häufig darauf geachtet wurde, dass mindestens ein leistungsstarkes Kind in den Kleingruppen ist. Dieses Kind sollte, so das Ziel der Lehrkräfte, die übrigen Lernenden in der Kleingruppe unterstützen. Dies ist jedoch im 1. Mesozyklus nicht immer gelungen (vgl. Abschnitt 9.1.4.6).

Mit dem 2. Mesozyklus soll ein einheitlicheres Vorgehen zur Gruppeneinteilung gewählt werden, welches an den Vorschlag von Schulz-Wensky (1996), Schlömerkemper (1987) bzw. Slavin (1995) angelehnt ist. Die Gruppeneinteilung erfolgt ausgehend von den Ergebnissen der soziometrischen Erhebung, wodurch die Wünsche der Lernenden zur Gruppeneinteilung in Teilen berücksichtigt werden können. Dabei ist zu bedenken, dass die soziometrische Erhebung, wie sie in dieser Studie genutzt wird, keine Aussage zur Arbeitsstruktur bzw. der Intensität der Beziehungen zulässt (vgl. Schulz-Wensky, 1996).

Ausgehend von den Erkenntnissen des universellen Verhaltensscreenings mit der ITRF (Casale et al., 2019) werden die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen in verschiedene Kleingruppen eingeteilt. In einem nächsten Schritt wird aus den Ergebnissen der Soziometrie pro Kleingruppe (wenn vorhanden) jeweils ein Kind ausgewählt mit dem das mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelte Kind zusammen experimentieren möchte und welches im besten Fall auch mit dem mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Kind zusammenarbeiten will. Ferner werden zwei Lernende in die Gruppe einsortiert, die nicht mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Kind zusammenarbeiten möchten.

Bei der Verkündigung der Gruppeneinteilung werden die Gründe für die Zusammensetzung den Lernenden nicht mitgeteilt (vgl. auch Seidel & Höhn, 1976). Gruppenwechsel sind nicht vorgesehen (vgl. auch Schulz-Wensky, 1996). Lediglich wenn durch Klassen- oder Schulwechsel bzw. Krankheit nur ein Kind pro Kleingruppe anwesend ist, wird dieser Vorgabe nicht mehr nachgekommen.

9.3.2.3 Erfüllung der Kriterien des kooperativen Lernens in Anlehnung an die STAD-Methode

Nach Johnson und Johnson (1999) bietet es sich an, wenn Schülerinnen und Schüler externalisierende Verhaltensweisen im kooperativ orientierten Unterricht zeigen, die positive Interdependenz zu verstärken. Dabei trägt eine verstärkte positive Interdependenz zur Aufrechterhaltung der Motivation bei (z.B. Slavin, 1993). Gleichzeitig tragen positive Interdependenz und gemeinsame Ziele dazu bei, dass sich die Lernenden gegenseitig unterstützen (Slavin, 1995; Johnson & Johnson, 1999).

Die Erhöhung von positiver Interdependenz und individueller Verantwortlichkeit in der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* wurde in Anlehnung an die kooperative Lernform STAD (Slavin, 1995), welche ausführlich in Abschnitt 4.3 beschrieben wurde, realisiert. Im Re-Design der Lernumgebung werden zu Beginn der Implementation zunächst die vorhandenen Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen mit einem Concept Inventory (vgl. Abschnitt 9.3.3.2) individuell erhoben (vgl. auch Küpper et al., 2020c). Am Ende der Implementation wird das gleiche Concept Inventory genutzt, um die erworbenen Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen zu messen. Aus den Differenzen von Pre- und Post-Test ergibt sich jeweils ein Maß für den Kompetenzzuwachs. Diese Werte werden für die einzelnen Kleingruppen aufaddiert. Zusätzlich werden die gewonnenen Sterne der Schülerin bzw. des Schülers im Sinne des Verstärkersystems (vgl. Abschnitt 9.3.2.1) addiert. Auf diese Weise wird nicht nur der fachliche Kompetenzzuwachs, sondern auch das Arbeits- und Sozialverhalten einbezogen. Je nach unterschiedlicher Gruppengröße wird der Gruppenmittelwert gebildet. Die Gruppe mit dem höchsten Mittelwert erhält einen Preis, wobei es sich hierbei um einen Tag im Schülerlabor der Universität zu Köln handelt bei dem, kontextgetreu, Raketen mit den Schülerinnen und Schülern gebaut werden. Der genaue Preis wurde den Lernenden erst am

Ende der Implementation mitgeteilt – sie wussten lediglich, dass es für die beste Gruppe einen Preis gibt.

Ziel dieser Vorgehensweise ist die positive Interdependenz *(wir können den Preis nur dann gewinnen, wenn sich jedes Gruppenmitglied maximal anstrengt und wir uns die Inhalte gegenseitig erklären*) und die individuelle Verantwortlichkeit *(wir können nur gewinnen, wenn ich mich anstrenge, die Inhalte verstehe und den anderen helfe*) zu stärken.

Darüber hinaus werden die Kriterien (a) Unterstützende Interaktion, (b) Soziale Kompetenzen und (c) Gruppenbewertung (Evaluation) des kooperativen Lernens (z.B. Johnson et al., 2005) dadurch realisiert, dass

(a) ... sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig unterstützen sollten, damit jedes Kind möglichst erfolgreich abschneiden kann.
(b) ... mit den Schülerinnen und Schülern vor Beginn der Implementation klare Regeln besprochen und festgelegt werden.
(c) ... das Verstärkersystem in Form von Sternenstickern zur Bewertung der Gruppenarbeit in den einzelnen Stunden genutzt wird.

9.3.2.4 Digitales Hilfesystem mit Hilfe von QR-Codes

Das Re-Design des (digitalen) Hilfesystems wurde bereits bei Küpper et al. (2020b) beschrieben und wird an dieser Stelle nur noch einmal kurz zusammengefasst.

Die Schülerinnen und Schüler erhalten pro Kleingruppe ein iPad.[135] Basis des rein digitalen Hilfesystems stellt die Website *www.mitdemlichtdurchunsersonnensystem-hilfen.de* dar, wobei sich auf dieser Seite über 300 Frage- und Antwortkarten im Sinne von gestuften Lernhilfen zu den experimentellen Phasen und Aufgaben befinden. Im 1. Mesozyklus wurde von den Lehrkräften das Problem geschildert, dass die Lernenden Schwierigkeiten beim Finden der korrekten Hilfekarte haben. Um dieses Problem zu lösen wurden neben den einzelnen experimentellen Phasen bzw. Aufgaben QR-Codes im Arbeitsheft abgedruckt. Diese QR-Codes leiten die Schülerinnen und Schüler direkt zur passenden Hilfe weiter. Dabei ist zu beachten, dass die Hilfen nur über den jeweiligen QR-Code erreicht werden können und nicht in der Seitenleiste aufgeführt sind.

Entsprechend der Problemanalysen aus dem 1. Mesozyklus (vgl. Abschnitt 9.1.4.5) wurde die Anzahl an inhaltlichen Impulsen erhöht, um der Überforderung entgegenzuwirken und wiederkehrende Fachbegriffe, wie z.B. Vermutung, wurden immer wieder (wenn notwendig) erläutert. Es wurden Videos von den Experimenten in die digitalen Lernhilfen integriert und durch die Sprachfunktion des iPad's können sich die Lernenden die Texte in den gestuften Lernhilfen vorlesen lassen. Somit befindet sich das digitale Hilfesystem im Stufenmodell nach Puentedura (2014) nun auf der Stufe der Augmentation.

9.3.2.5 Merksätze zur Sicherung des Gelernten

Im Design für den 1. Mesozyklus gab es bereits bei einigen Inhalten im Anschluss an die experimentelle Erarbeitung eine Aufgabe zur Sicherung der gewonnenen Erkenntnisse in Form eines Lückentextes. Diese Vorgehensweise wurde nun für alle Inhalte übernommen. Es ist zur Unterstützung der Lernenden in den meisten Fällen ein Wortspeicher angegeben.

[135] Es ist ebenfalls möglich, dass die Schülerinnen und Schüler ihr eigenes Smartphone nutzen.

Erde und Mond

Auch wenn du zeigen konntest, dass die Behauptung der Verschwörungstheoretiker zum Schattenwurf nicht stimmt, glauben die Verschwörungstheoretiker immer noch nicht an die Mondlandung.
Doch es gibt einen Beweis, dass die Amerikaner wirklich auf dem Mond gelandet sind.
Diesen Beweis kann man sogar von der Erde aus „sehen".

Bei der ersten Mondlandung im Jahr 1969 wurde von den Astronauten ein Spiegel auf dem Mond zurückgelassen - siehe Foto rechts.
Was aber passiert, wenn Licht auf einen Spiegel trifft?
Wie hilft uns das zu beweisen, dass die Amerikaner wirklich auf dem Mond waren?

Experiment Erde/Mond 2: –
Untersucht im Experiment: Was passiert, wenn ein Lichtstrahl auf einen **Spiegel** trifft?

Vermutung zur Frage: „Was passiert, wenn Licht auf einen Spiegel trifft?"

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

16

Abbildung 47: Beispielseite Reflexion 1.[136]

Erde und Mond

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

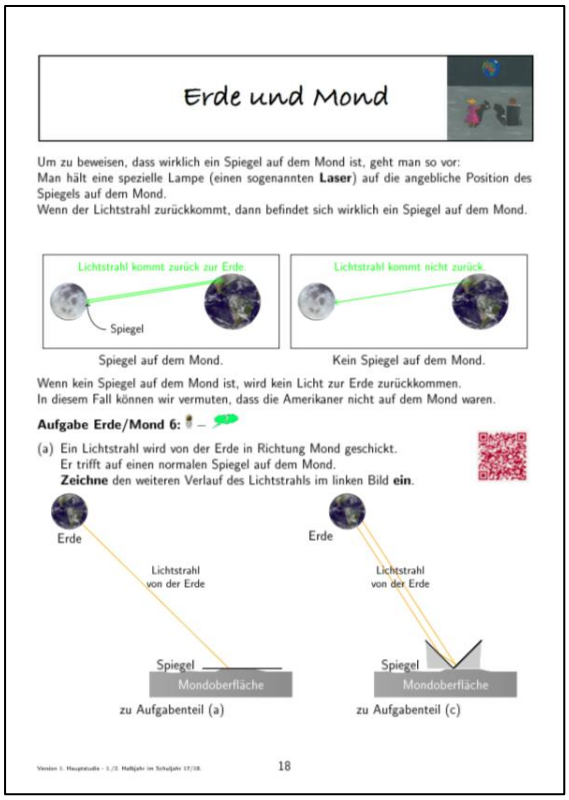
Beantwortung der Frage: „Was passiert, wenn Licht auf einen Spiegel trifft?"

Aufgabe Erde/Mond 5: –
Ergänze die folgenden Sätze:
Wenn Licht (wie in der Abbildung) auf einen Spiegel trifft wird es _____.
Den Fachbegriff für diesen Vorgang nennt man in der Physik _____.

Die Winkel zwischen ankommendem Lichtstrahl und Spiegel (grüner Bereich) und der Winkel zwischen weggehendem Lichtstrahl und Spiegel (roter Bereich) sind _____.

17

Abbildung 48: Beispielseite Reflexion 2.[137]



Erde und Mond

Um zu beweisen, dass wirklich ein Spiegel auf dem Mond ist, geht man so vor:
Man hält eine spezielle Lampe (einen sogenannten **Laser**) auf die angebliche Position des Spiegels auf dem Mond.
Wenn der Lichtstrahl zurückkommt, dann befindet sich wirklich ein Spiegel auf dem Mond.

Spiegel auf dem Mond. Kein Spiegel auf dem Mond.

Wenn kein Spiegel auf dem Mond ist, wird kein Licht zur Erde zurückkommen.
In diesem Fall können wir vermuten, dass die Amerikaner nicht auf dem Mond waren.

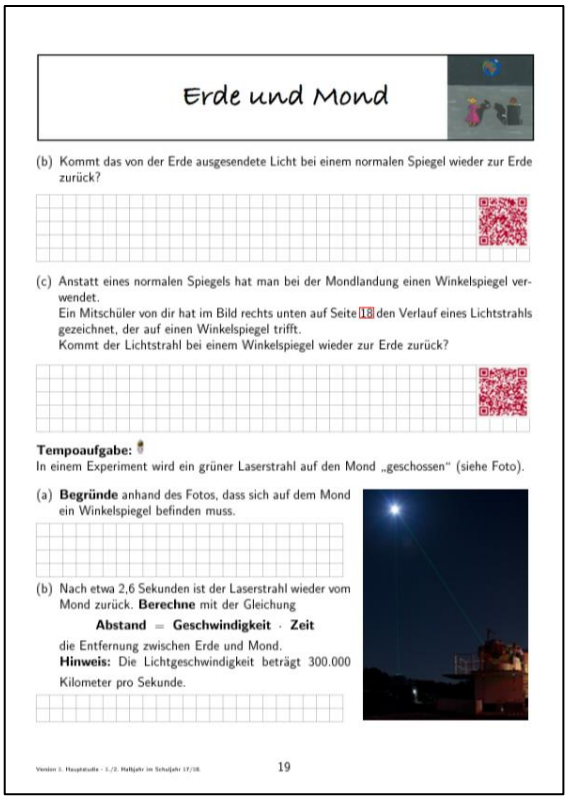
Aufgabe Erde/Mond 6: –

(a) Ein Lichtstrahl wird von der Erde in Richtung Mond geschickt.
Er trifft auf einen normalen Spiegel auf dem Mond.
Zeichne den weiteren Verlauf des Lichtstrahls im linken Bild **ein**.

zu Aufgabenteil (a) zu Aufgabenteil (c)

18

Abbildung 49: Beispielseite Reflexion 3.[138]



Erde und Mond

(b) Kommt das von der Erde ausgesendete Licht bei einem normalen Spiegel wieder zur Erde zurück?

(c) Anstatt eines normalen Spiegels hat man bei der Mondlandung einen Winkelspiegel verwendet.
Ein Mitschüler von dir hat im Bild rechts unten auf Seite 18 den Verlauf eines Lichtstrahls gezeichnet, der auf einen Winkelspiegel trifft.
Kommt der Lichtstrahl bei einem Winkelspiegel wieder zur Erde zurück?

Tempoaufgabe:
In einem Experiment wird ein grüner Laserstrahl auf den Mond „geschossen" (siehe Foto).

(a) **Begründe** anhand des Fotos, dass sich auf dem Mond ein Winkelspiegel befinden muss.

(b) Nach etwa 2,6 Sekunden ist der Laserstrahl wieder vom Mond zurück. **Berechne** mit der Gleichung

Abstand = Geschwindigkeit · Zeit

die Entfernung zwischen Erde und Mond.
Hinweis: Die Lichtgeschwindigkeit beträgt 300.000 Kilometer pro Sekunde.

19

Abbildung 50: Beispielseite Reflexion 4.[139]

[136] Bildquellen: Reflektor auf dem Mond (NASA), Astronaut (Clippanda.com).
[137] Bildquelle: Astronaut (Clippanda.com).
[138] Bildquellen: Erde (NASA/NOAA/GOES Project), Mond (NASA), Astronaut (Clippanda.com).
[139] Bildquellen: Lunar Laser Ranging (NASA/GSFC/Wade Sisler/Rex Features), Astronaut (Clippanda.com).

9.3.2.6 Sprachliche Vereinfachung der Aufgaben

Anhand der Regeln für *Leichte Sprache* (vgl. Seitz, 2014; Kellermann, 2014; Bock, 2015a; Bock, 2015c; Bredel & Maaß, 2016; Bock, 2017; Schuppener et al., 2018 bzw. Abschnitt 0) wurden die Aufgaben sprachlich vereinfacht. Bei der Gliederung des Versuchsprotokolls wurden im 1. Mesozyklus die typischen Begriffe *Durchführung*, *Beobachtung* und *Deutung* verwendet. Um sprachliche Schwierigkeiten zu vermeiden, wurden diese Begriffe durch *Wie gehst du vor?*, *Was kannst du beobachten*? und *Beantwortung der Frage* ersetzt (vgl. Abbildung 47 bzw. Abbildung 48). Der Begriff *Vermutung* wurde beibehalten – er wird jedoch in den digitalen gestuften Lernhilfen jeweils erklärt (vgl. Abschnitt 9.1.4.5). Darüber hinaus wurde das Arbeitsheft – im Sinne des DBR-Gedankens der Arbeit im multiprofessionellen Team (z.B. Kolbeck, 2019) – von einer kooperierenden Lehrerin für den Förderschwerpunkt Sprache auf sprachliche Schwierigkeiten überprüft. Die genannten Anmerkungen wurden umgesetzt.

9.3.2.7 Vereinfachung von Tempoaufgaben

Die Erkenntnisse des 1. Mesozyklus haben gezeigt, dass die gestellten Tempoaufgaben (teilweise) zu komplex sind und entsprechend ihrer Funktion – dem Entgegenwirken unterschiedlicher Geschwindigkeiten in der Kleingruppe – nicht gerecht werden. Entsprechend dem Vorschlag einer Lehrkraft wurden die Tempoaufgaben überarbeitet und vereinfacht. Darüber hinaus ergab sich im 1. Mesozyklus das Problem, dass einige Kleingruppen früher fertig waren als andere. Um diesem gruppenübergreifenden Geschwindigkeitsunterschied entgegenzuwirken, wurden Zusatzaufgaben in Anlehnung an das Niveau ES2 des Rauten-Modells nach Wember (2013) in einem Extraheft entwickelt. Hierbei wurden teilweise die im eigentlichen Arbeitsheft nicht mehr berücksichtigten Tempoaufgaben aus dem 1. Mesozyklus verwendet.

9.3.2.8 Erfüllung der Kontaktbedingungen in der Lernumgebung

Bei der Entwicklung des ersten Designs wurde bereits die Kontakttheorie (Allport, 1974; 1979; Huber, 2019) berücksichtigt.

Im Re-Design der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* wurden ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen im 1. Mesozyklus weitere theoretische Aspekte (vgl. Abschnitt 9.1.2.6) im Design genutzt, wodurch eine stärkere Erfüllung der Kontaktbedingungen gegeben sein sollte. Tabelle 59 gibt eine Übersicht darüber, auf welche Weise die Kriterien im Re-Design realisiert wurden. Grau markierte Aspekte wurden bereits im ersten Design berücksichtigt. Schwarz gedruckte Aspekte wurden erst im 2. Mesozyklus für das Re-Design integriert.

Kriterien der Kontakttheorie nach Huber (2019)	Realisiert in der Lernumgebung durch ...
Statusgleichheit	Alle Lernenden in den Kleingruppen sind Schülerinnen bzw. Schüler; keine Rollen mit möglicherweise unterschiedlichem Status.
Zielgleichheit	Zielgleicher Unterricht; Einbettung der Inhalte in einen für alle Schülerinnen und Schüler motivierenden astronomischen Rahmenkontext; Ziel möglichst viel zu Lernen, um den *Preis* zu gewinnen.

Positive Interdependenz	Forschendes Lernen macht eine gegenseitige Abhängigkeit eher nötig als Kochbuchexperimente; Gemeinsames Ziel ist nur dann erreichbar, wenn sich alle Lernenden auf die Arbeit konzentrieren und sich gegenseitig unterstützen.
Legitimation durch Autorität	Gruppeneinteilung erfolgt durch die Lehrkraft; Verstärkte Aufforderung zu Interventionen bei sozialem Ausschluss durch die Lehrkraft; Verstärkersystem zur Rückmeldung von Sozial- und Arbeitsverhalten.
Qualität des Kontakts	Die Regel *Bei Experimenten arbeiten wir immer im Team. Keiner wird ausgeschlossen* soll dazu beitragen, dass alle Lernenden den Kontakt als positiv empfinden.
Länge des Kontakts	Arbeiten im Sinne des Team-Kleingruppen-Modells über 12-14 Unterrichtsstunden. Gruppenwechsel sind explizit nicht vorgesehen.
Intimität des Kontakts	*Nicht explizit beim Design berücksichtigt.*
Zwanglosigkeit des Kontakts	*Nicht explizit beim Design berücksichtigt.*[140]

Tabelle 59: Anmerkungen zur Erfüllung der Kontaktbedingungen in der Lernumgebung.

9.3.3 Implementation

9.3.3.1 Beschreibung der Stichprobe

Die Implementation im 2. Mesozyklus fand in insgesamt neun Lerngruppen an Gesamtschulen im Köln-Bonner Raum statt. In sechs Lerngruppen wurde NW unterrichtet.

Insgesamt nahmen an der Implementation 112 Schülerinnen und 105 Schüler teil. Für die übrigen Schülerinnen und Schüler in den Lerngruppen lag zum Zeitpunkt des Beginns der Implementation keine positive Einverständniserklärung vor. Folglich werden diese Lernenden in der Stichprobe nicht berücksichtigt.

9.3.3.2 Erhebungsinstrumente

In diesem Abschnitt werden die im 2. Mesozyklus genutzten Erhebungsinstrumente präsentiert und die Wahl der Instrumente wird literaturbasiert begründet.

Dabei wurden im 2. Mesozyklus folgende Erhebungsinstrumente verwendet: (1) Kurzform der ITRF (Casale et al, 2019) zum universellen Verhaltensscreening, (2) die LSL (Petermann & Petermann, 2013) zur detaillierteren Analyse der in (1) ermittelten Schülerinnen und Schüler, (3A) eine soziometrische Erhebung, (3B) der Fragebogen zur Erfassung emotionaler und sozialer Schulerfahrungen von Schülerinnen und Schüler fünfter und sechster Klassen (FEESS 5-6) (Rauer & Schuck, 2016), (4) ein entwickeltes Concept Inventory zum Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen und (5) qualitative Interviews mit den beteiligten Lehrkräften in der Mitte und am Ende der Implementation. Die Erhebungsinstrumente (1) und (2) wurden bereits ausführlich in Abschnitt 9.1.3.2 vorgestellt. Die Soziometrie (3A) wurde ebenfalls in Abschnitt 9.1.3.2 erläutert. Aufgrund der im 1. Mesozyklus gewonnenen Erkenntnis, dass die Fragen

- Frage 1 (bzw. 2): Neben wem möchtest du im Physikunterricht (nicht) sitzen?

[140] Vielmehr ist die Gruppeneinteilung sogar vorgegeben und hierbei werden nicht nur Lernende in eine Gruppe eingeteilt, die zusammenarbeiten wollen!

- Frage 3 (bzw. 4): Mit wem möchtest du im Physikunterricht (nicht) zusammen experimentieren?

das gleiche Konstrukt messen, wird im 2. Mesozyklus nur noch die Frage nach der Experimentierpartnerin bzw. dem Experimentierpartner genutzt.

Zu 3B: Neben der soziometrischen Erhebung der sozialen Integration bietet sich nach Koster (2009b) ferner auch die Erhebung sozialer Integration durch Selbsteinschätzungsbögen an. Derartige Fragebögen erheben, inwiefern sich die Lernenden in der Klasse bezogen auf ihre soziale Integration, aber bezogen auch das Klassenklima, wohlfühlen. Beispiele für Selbsteinschätzungsbögen für die Jahrgangsstufen 5 und 6 sind der Fragebogen zur Erfassung von Dimensionen der Integration von Schülern (kurz FDI 4-6) (ebd.), die Kurzversion des Fragebogens zur Erfassung von Dimensionen der Integration von Schülern (kurz KFDI 4-6, Venetz et al., 2014) und der Fragebogen zur Erfassung emotionaler und sozialer Schulerfahrungen von Schülerinnen und Schülern fünfter und sechster Klassen (kurz FEESS 5-6, Rauer & Schuck, 2016)[141].

Der FDI 4-6 für Schülerinnen und Schüler der vierten bis sechsten Klasse besteht aus drei Skalen (soziale Integration, emotionale Integration und leistungsmotivationale Integration). Im FDI 4-6 befinden sich 15 Items zur sozialen Integration (Cronbach's Alpha = 0,89 - 0,90; Validität wurde positiv evaluiert). Es gibt sowohl positiv als auch negativ formulierte Items. Teilweise ist die verwendete Sprache recht komplex für Schülerinnen und Schüler in inklusiven Lerngruppen (Venetz et al., 2014).

Die Kurzversion des FDI 4-6 (kurz KFDI 4-6) ist ebenfalls für Schülerinnen und Schüler der vierten bis sechsten Klasse geeignet und besteht auch aus den drei Skalen soziale Integration, emotionale Integration und leistungsmotivationale Integration (ebd.). Im KFDI 4-6 befinden sich vier Items zur sozialen Integration (Cronbach's Alpha = 0,84; Validität wurde positiv evaluiert) (ebd.). Es gibt sowohl positiv als auch negativ formulierte Items (ebd.).

Beide der bisher beschriebenen Selbsteinschätzungsbögen wurden in der vorliegenden Studie jedoch nicht verwendet. Der Grund liegt darin, dass der FDI 4-6 (Haeberlin et al., 1989) recht alt ist und beide Verfahren das Klassenklima, welches insbesondere aus Sicht des SEL eine wichtige Komponente dargestellt (z.B. Jennings & Greenberg, 2009), nicht in einer eigenen Skala berücksichtigen.

Der „FEESS [, der als FEESS 1-2 (Rauer & Schuck, 2004), FEESS 3-4 (Rauer & Schuck, 2003) und FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) vorliegt,] wird in fast allen namhaften deutschen und vereinzelt auch in Übersetzungen in internationalen Forschungsprojekten zur Inklusion verwendet" (Rauer & Schuck, 2016, S. 132). Während der FEESS 1-2 (Rauer & Schuck, 2004) und der FEESS 3-4 (Rauer & Schuck, 2003) seit langem genutzt werden, wurde der FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) für die Klassenstufen 5 und 6 erst vor Kurzem entwickelt (ebd.). Er besteht, genau wie der Fragebogen für die unteren Klassenstufen, aus zwei Teilen: dem Teilfragebogen SIKS (37 Items) bestehend aus den Skalen Soziale Integration, Klassenklima und Selbstkonzept, sowie dem Teilfragebogen SALGA (53 Items) mit den Skalen Schuleinstellung, Anstrengungsbereitschaft, Lernfreude, Gefühl des Angenommenseins durch die Lehrerinnen und Lehrer (ebd.). Die Unterschiede zwischen den Items im FEESS 5-6 im Vergleich zum FEESS 3-4 sind als gering zu bewerten (ebd.). Entsprechend schlagen Rauer und Schuck (2016) vor das Manual für den FEESS 3-4 (Rauer & Schuck, 2003) zu verwenden.

[141] Weil die Schülereinschätzliste (kurz SSL) (Petermann & Petermann, 2014) keine Skala zur sozialen Integration hat, wird sie hier nicht berücksichtigt.

Die Reliabilität des FEESS 5-6 ist mit Werten für Cronbach's Alpha zwischen 0,81 und 0,93 als gut bis sehr gut zu bewerten (Rauer & Schuck, 2016).[142] Die Validität wurde ebenfalls positiv evaluiert (ebd.). Insbesondere schreiben Rauer und Schuck (ebd.): „Die FEESS-Skalen erfassen offensichtlich die spezifischen emotionalen und sozialen Erfahrungen in den Schulklassen sehr genau und äußerst differenziert" (ebd., S. 140).

Für diese Studie werden lediglich die Skalen Soziale Integration und Klassenklima verwendet. Diese Skalen bestehen jeweils aus 11 Items (Rauer & Schuck, 2016).[143] Sie sind sowohl positiv als auch negativ formuliert. Die Reliabilität dieser beiden Skalen ist als gut einzuschätzen (Soziale Integration: Cronbach's Alpha 0,85; Klassenklima: Cronbach's Alpha 0,81) (ebd.).

Die Methode der Soziometrie bietet neben der Erhebung von Gruppenakzeptanz und Gruppenablehnung ferner die Möglichkeit zu evaluieren, inwiefern ein bestimmtes Kind seine Mitschülerinnen und Mitschüler wählt bzw. ablehnt (Kulawiak & Wilbert, 2015).

Zusätzlich zur Selbsteinschätzung der sozialen Integration und der Akzeptanz, lassen sich grundsätzlich auch Freundschaften mit einer Soziometrie untersuchen, wobei es nach von Salisch (2006) gilt zwischen Peers und Freunden zu unterscheiden. Dabei sind Erkenntnisse zu Freundschaften insofern wichtig, da Freundschaften in der Phase der frühen Adoleszenz (Berk, 2011) einen entscheidenden Einfluss auf die kognitive, soziale und emotionale Entwicklung haben können und da für Kinder ab etwa 10 Jahren ihre Freunde und nicht mehr ihre Eltern bzw. die Familie die wichtigsten Bezugspersonen sind (von Salisch et al., 1996). Gleichzeitig haben die Lernenden beim Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule einen (großen) Teil ihrer Freunde verloren (Fritzsche et al., 2009; Chassé & Rahn, 2010) und da Freunde bzw. Peers einen Schutzfaktor zur Vermeidung bzw. Verringerung von Gefühls- und Verhaltensstörungen darstellen können (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015), sollte der Aufbau neuer Freundschaften gerade zu Beginn der Sekundarstufe I unterstützt werden. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass „Kinder, die von der Gruppe der Gleichaltrigen wenig akzeptiert werden, [...] für andere Kinder als Freunde meist weniger attraktiv" (von Salisch, 2008, S. 103) sind. Entsprechend ist der erste Schritt zur Unterstützung bei der Bildung von Freundschaften die Akzeptanz von Schülerinnen und Schülern zu erhöhen. Erst in einem weiterführenden Schritt gilt es explizit den Zugewinn an Freundschaften zu unterstützen. Ausgehend von dieser Zweiteilung und der Tatsache, dass Physik bzw. NW in Nordrhein-Westfalen nur zwei- bzw. dreistündig in der Orientierungsstufe unterrichtet wird, kann nicht davon ausgegangen werden, dass der Erwerb von Freundschaften nachhaltig allein vom Physik bzw- NW-Unterricht geleistet werden kann bzw. soll. Vielmehr wäre hierfür vermutlich eine Verzahnung aller Schulfächer notwendig. Entsprechend wird in diesem Forschungsprojekt die Veränderung möglicher Freundschaften nicht evaluiert.

Der vierte von Koster et al. (2009a; 2009b) genannte Aspekt „contacts/interactions" wird erst im dritten Mesozyklus betrachtet und entsprechend auch erst im 3. Mesozyklus näher beschrieben.

Zu (4): Um zu überprüfen, ob Schülerinnen und Schüler ein angemessenes Verständnis von physikalischen Konzepten haben, werden für gewöhnlich sogenannte Concept Inventories verwendet (Lindell et al., 2007; Madsen et al., 2014). Insbesondere eignen sich Concept

[142] Die bestimmten Werte für Cronbach's Alpha beziehen sich auf Schülerinnen und Schüler der 5. Klasse.
[143] Aufgrund eines Fehlers bei der Reduzierung des SIKS-Fragebogens wurde Item 15 „Die anderen hören zu, wenn ich etwas sage" fälschlicherweise nicht berücksichtigt. Entsprechend reduziert sich für diese Studie die Anzahl an Items in der Skala Soziale Integration (SI) auf zehn.

Inventories für die Erhebung von Präkonzepten bei Pre-Nutzung und dem Lernerfolg bei Pre-/Post-Nutzung (Madsen et al., 2014). Typischerweise handelt es sich bei Concept Inventories um Multiple-Choice Instrumente (Lindell et al., 2007; Madsen et al., 2014) – wobei dies bei Lindell et al. (2007) sogar Teil der Definition eines Concept Inventories ist. Madsen et al. (2014) nennen dagegen auch vier Concept Inventories mit offenem Antwortformat und fünf Concept Inventories mit geschlossenem und offenem Antwortformat. Insbesondere formulieren Madsen et al. (2014), dass man mit offenen Antworten mehr Einsichten über die bei den Schülerinnen und Schülern vorhandenen bzw. erworbenen Konzepte erfahren kann; gleichzeitig sind sie jedoch in der Auswertung aufwändiger (vgl. auch Hammann & Jördens, 2014; Raab-Steiner & Benesch, 2015).

Für diese Studie wurde aufgrund fehlender geeigneter Concept Inventories zu den im Kernlehrplan geforderten Kompetenzen

> Kompetenz 1: „Die Schülerinnen und Schüler können das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Absorption) erläutern“ (MSB, 2013, S. 99)

und

> Kompetenz 2: „Die Schülerinnen und Schüler können Schattenbildung, Mondphasen und Finsternisse [...] mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären“ (ebd., S. 99),

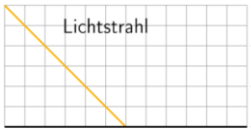
in erster Version aus ökonomischen Gründen eine Multiple-Choice-Version des Concept Inventories entwickelt. Zur Prüfung der Inhaltsvalidität wurde diese Version in Anlehnung an Hartig et al. (2012) an 11 in NRW tätige Fachleiterinnen und Fachleiter für NW bzw. Physik in der Gesamtschule versendet mit der Bitte um Bewertung des Item Universums bzw. zum Nachweis der Inhaltsvalidität. Die Antworten von 10 der 11 Fachleiterinnen und Fachleiter wurden ausgewertet. Während nach Aussage der Fachleiterinnen bzw. Fachleiter inhaltlich die meisten Aspekte berücksichtigt wurden, zeigt sich, dass insbesondere Kritik am Multiple-Choice-Format geäußert wurde. So formuliert ein Fachleiter:

> „Die Auswahl erscheint mir durchaus repräsentativ. Allerdings gebe ich zu bedenken, dass eine Testperson ohne Kenntnisse den Erwartungswert 33% oder mehr der Punkte erreichen kann, bei 50% liegt. Mehrfachnennungen erscheinen mir demnach sinnvoll. Da es sich um einen Multiple-Choice-Test handelt fehlt das Überprüfen von fachsprachlichen Ausführungen der Schüler*innen“.

Insbesondere wird den prozessbezogenen Kompetenzen bei einem Multiple-Choice-Format, wie dem Operator *Erkläre*, nicht Rechnung getragen. Die Kritik der Fachleiterinnen und Fachleiter wurde aufgegriffen und es wurde ein Concept Inventory mit offenem Antwortformat entwickelt. Die Anzahl der Items wurde bedingt durch die längere Bearbeitungszeit reduziert. Gleichzeitig erfolgte die Formulierung der Items stärker an den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen. Dabei wurde weitestgehend eine Dekontextualisierung vom in der Lernumgebung verwendeten astronomischen Kontext vorgenommen. Lediglich die Fragen zu den Mondphasen und Finsternissen bleiben – da nicht anders möglich – weiterhin im astronomischen Kontext. Es wurde auf eine sprachlich

möglichst einfache Formulierung geachtet. Je nach Aufgabe müssen die Schülerinnen und Schüler als Antwort einen kurzen Text schreiben, eine Skizze anfertigen, oder die Lösung anhand einer selbst gemalten Skizze erläutern. Damit die Lernenden zusätzlich zur Formulierung der Aufgabe direkt erkennen, welche Form der Lösung von ihnen erwartet wird, wurden je nach Lösungsform unter der Aufgabe Linien (kurzer Text als Antwort), Kästchen (Skizze als Antwort) bzw. Linien und Kästchen (Skizze und kurzer Text als Antwort) dargestellt.

Die 12 Items inklusive Zuordnung zur jeweiligen Kompetenz sind in Tabelle 60 dargestellt. Jeweils sechs Items wurden zur Kompetenz 1 bzw. 2 entwickelt, wobei jeweils ein Item pro Kompetenz aus zwei Teilaufgaben besteht. Angaben zur Reliabilität bzw. Inhaltsvalidität werden im Abschnitt 9.3.4.4 genannt.

Item Nr.	Fragestellung	Text / Bild	Kompetenz
1	(1) *Erkläre*, was passiert, wenn ein **Lichtstrahl** auf einen **Spiegel** trifft. *Zeichne* den Lichtstrahl in der Abbildung links weiter.  	Text & Bild	1
2a/b	(2) Früher hatten Schulkinder noch sehr dunkle Schulranzen. (a) *Erkläre*, warum man **sehr dunkle Schulranzen** bei **Dunkelheit** nur **schlecht sehen** kann. (b) Wie müsste man den **dunklen Schulranzen verbessern**, damit er **bei Dunkelheit besser zu sehen** ist? *Nenne* **eine** mögliche **Verbesserung**. Bildquelle: Bildausschnitt aus einem Foto von Aplyonse zu finden unter https://de.wikipedia.org/wiki/Schulranzen	Text	1
3	(3) *Erkläre*, warum hinter einem mit **Licht** beleuchteten **Holzklotz** ein **Schatten** entsteht. 	Text	2
4	(4) Das Foto zeigt ein von der Sonne beleuchtetes **weißes Auto**. *Nenne* den **Fachbegriff** dafür, was mit dem **Sonnenlicht** passiert, wenn es auf die **genannten Bereiche** trifft. Wenn Licht auf den **Rückspiegel** trifft, wird es _____ Wenn Licht auf den **weißen Lack** trifft, wird es _____ Wenn Licht auf den **schwarzen Reifen** trifft, wird es _____	Text	1

5	(5) *Erkläre* (anhand einer Skizze), wie eine **Sonnenfinsternis** entsteht.	Text & Bild	2
6	(6) *Beschreibe* was passiert, wenn ein **Lichtstrahl** auf eine **weiße Fläche** trifft.	Text	1
7	(7) *Erkläre*, wie die **Mondphasen** entstehen.	Text	2
8	(8) *Erkläre*, warum ein **schwarzer Gegenstand** für dich **schwarz** aussieht.	Text	1
9	(9) *Erkläre* (anhand einer Skizze), wie eine **Mondfinsternis** entsteht.	Text & Bild	2
10	(10) Fertige eine *Skizze* der Positionen von **Sonne, Erde** und **Mond** bei einem **Halbmond** an. **Achtung:** Für diese Aufgabe gibt es zwei mögliche richtige Lösungen. Es reicht aus, wenn du eine der beiden Lösungen zeichnest.	Bild	2
11	(11) *Erkläre*, warum du die **Blätter** vor dir **sehen** kannst.	Text	1

12a/b	(12) **Zwei** leuchtende Taschenlampen werden auf einen Gegenstand gehalten. (a) *Beschreibe* in **Fachsprache** das **Schattenbild des Gegenstands**. (b) *Erkläre*, wie die **unterschiedlich hellen Schattenbereiche** zustande kommen.	Text	2

Tabelle 60: Items aus dem Concept Inventories im offenen Antwortformat.

Präkonzepte können beispielsweise durch Paper-Pencil-Tests (Treagust, 1988), Interviews (Schmidt & Parchmann, 2011), Zeichnungen (z.B. Osborne et al., 1990; Driver et al., 1994), Concept-Cartoons (Steininger & Lembens, 2011), Concept-Maps (Taber, 2002) oder Lernbegleitbögen (Schmidt & Parchmann, 2011) erhoben werden. Aufgrund der Größe der Stichprobe wurden in der hier vorgestellten Studie ein Paper-Pencil-Test mit offenem Antwortformat genutzt. Es wurde bewusst auf ein Multiple-Choice-Format verzichtet, da bisher keine Studien zu Präkonzepten zur elementaren Optik von Schülerinnen und Schülern im inklusiven Unterricht vorliegen bzw. da die vorliegenden Studien sich eher auf Schülerinnen und Schüler der Grundschule beziehen. Wo es möglich war wurde neben einer schriftlichen Antwort auch eine zeichnerische Lösung gefordert. Die Schülerinnen und Schüler können ihre Vorstellungen auf diese Weise auch nonverbal darstellen. Ferner können durch die Zeichnungen die schriftlichen Antworten der Schülerinnen und Schüler besser interpretiert werden.

Zu (5): Die allgemeine Vorgehensweise zur Durchführung von qualitativen Experteninterviews wurde bereits in Abschnitt 9.1.3.2 beschrieben. Es wird daher an dieser Stelle lediglich der Interviewleitfaden gezeigt (Tabelle 61).

Intervention:	Bemerkungen:
Einstiegsimpuls	
In den letzten Wochen haben Sie mit Ihrer Lerngruppe das entwickelte Unterrichtskonzept durchgeführt. Bitte schildern Sie zunächst Ihre allgemeinen Erfahrungen, d.h. sowohl positive als auch negative Erfahrungen, mit dem Unterrichtskonzept.	
Vertiefende Fragen	
Zu Beginn der Studie haben Sie ein universelles Verhaltensscreening für alle Lernenden	Liste der Namen der ermittelten Schülerinnen und Schüler bereitlegen.

durchgeführt. Dabei wurden folgende Lernende ermittelt ...	
Inwiefern haben sich die mit dem Verhaltensscreening ermittelten Lernenden an den Gruppenarbeitsphasen beteiligt?	
Beschreiben Sie aus Ihrer Sicht, inwiefern die Lernenden in Ihrer Kleingruppe sozial integriert sind.	Wenn keine Gründe für einen möglichen Ausschluss genannt werden, nachfragen!
Inwiefern arbeiten die Lernenden in den Kleingruppen zusammen? Beschreiben Sie Ihre Erfahrungen, inwiefern und wie sich die Lernenden in den Kleingruppen gegenseitig unterstützt haben.	
Wir fokussieren uns nun auf das Lern- und Arbeitsverhalten der Schülerinnen und Schüler. Inwiefern haben die im Verhaltensscreening ermittelten Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung gearbeitet?	
Inwiefern haben die Lernenden selbstständig mit der Arbeit begonnen? Inwiefern haben die im Verhaltensscreening ermittelten Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung selbstständig gearbeitet, d.h. inwiefern haben sie bei Ihnen Nachfragen gestellt?	Falls Nachfragen vorkommen: Inwiefern könnten diese Nachfragen auch mit den Gruppenmitgliedern oder dem Hilfesystem geklärt werden?
Inwiefern haben die im Verhaltensscreening ermittelten Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung konzentriert gearbeitet? Was sind die Gründe für das Ende der konzentrierten Arbeit?	
Wir weiten die letzten Fragen nun auf alle Schülerinnen und Schüler aus.	Die drei letztgenannten Fragestellungen werden allgemein für die gesamte Lerngruppe gestellt. Auf diese Weise haben die Lehrkräfte auch positive und negative Erfahrungen im Hinblick auf bisher nicht betrachtete Lernende mitzuteilen.
Abschluss	
Wie sind Ihrer Meinung nach die Kinder mit den Experimentiermaterialien klargekommen? Wie ließen sich die Materialien verbessern? Wie bewerten sie die Unterrichtsmaterialien? Wie lassen sich die Materialien verbessern? Beim letzten Mal haben wir bereits über das Hilfesystem gesprochen. Haben Sie weitere Ideen, wie man das Hilfesystem verbessern könnte?	
Inwiefern haben Sie noch Fragen an mich?	

Tabelle 61: Interviewleitfaden für den 2. Mesozyklus.

9.3.3.3 Durchführung

Ähnlich wie der 1. Mesozyklus wird der 2. Mesozyklus als deskriptives Design (universelles Verhaltensscreening vor Beginn der Implementation mit der ITRF) und als vor-experimentelles Design (LSL, Soziometrie, FEESS, Concept Inventory) realisiert.

Wie auch im 1. Mesozyklus wurden im 2. Mesozyklus alle Lernenden mit positiver Elternerlaubnis mit der ITRF (Casale et al., 2019) im Sinne eines universellen

Verhaltensscreenings bewertet. Durch die Bildung von Summenscores wurden die erhobenen Daten ausgewertet. Die ca. 20% der Schülerinnen und Schüler mit den höchsten Summenscores in der ITRF (Casale et al, 2019) wurden zusätzlich von der Lehrkraft eine Woche vor Beginn der Implementation mit der LSL (Petermann & Petermann, 2013) (Skalen Kooperation, Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft, Sozialkontakt, Anstrengungsbereitschaft, Konzentration und Selbstständigkeit) bewertet.

Eine Woche vor Beginn der Implementation wurde darüber hinaus von den Schülerinnen und Schülern in einer Doppelstunde die Soziometrie, der FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) (Skalen Soziale Integration und Klassenklima) und das Concept Inventory ausgefüllt.

Die Gruppeneinteilung erfolgte ausgehend von den Ergebnissen der soziometrischen Erhebung und wurde vom Testleiter erstellt. Die Gruppeneinteilung wurde mit den Lehrkräften besprochen.

Die eigentliche Implementation des Re-Designs fand im regulären Physik- bzw. NW-Unterricht statt. Zu Beginn wurde von der Lehrkraft gemeinsam mit den Lernenden das Regelwerk erarbeitet bzw. besprochen. Anschließend wurde den Lernenden das Konzept der Lernumgebung erläutert. Die Gruppeneinteilung wurde von der Lehrkraft bekannt gegeben. Es wurde darauf hingewiesen, dass Gruppenwechsel nicht vorgesehen sind.

Im Anschluss arbeiteten die Lernenden in einem Zeitraum von 12-14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten (bzw. 6-7 Doppelstunden à 90 Minuten) eigenständig in den Kleingruppen. Die Lehrkraft trat als Lernbegleiter auf und evaluierte mit den Lernenden am Ende der jeweiligen Doppelstunde das individuelle Arbeits- und Sozialverhalten in den Kleingruppen. Sterne (im Sinne des Verstärkersystems) wurden ausgegeben.

Eine Woche nach dem Ende der Implementation wurde von den Schülerinnen und Schüler erneut die Soziometrie, der FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) (Skalen Soziale Integration und Klassenklima) und das Concept Inventory ausgefüllt.[144] Hierfür waren erneut 90 Minuten (inklusive Erklärung) vorgesehen. Die Lehrkräfte füllten für die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler die LSL (Petermann & Petermann, 2013) aus.

Zusätzlich zu den quantitativen Erhebungsmethoden wurden mit den Lehrkräften etwa zur Mitte und am Ende der Implementation ein qualitatives Interview über die gewonnenen Erfahrungen geführt. Die Interviews wurden aufgezeichnet.

9.3.4 Datenanalyse

9.3.4.1 Auswertungsdesign für quantitative Daten

Das Auswertungsdesign für die ITRF (Casale et al., 2019), die LSL (Petermann & Petermann, 2013) und die Soziometrie im Hinblick auf erhaltenen Wahlen, Ablehnungen und Nicht-Nominierungen wurden bereits in Abschnitt 9.1.3.4 beschrieben. Neben der Erhebung von Gruppenakzeptanz und Gruppenablehnung bietet eine Soziometrie darüber hinaus die Möglichkeit zu evaluieren, inwiefern ein bestimmtes Kind seine Mitschülerinnen und Mitschüler wählt bzw. ablehnt (Kulawiak & Wilbert, 2015). Diese Angabe ergibt sich aus der Zeilensumme der Wahlen (+), Ablehnungen (-) bzw. Nicht-Nominierungen (x) der Soziomatrix (ebd.). Diese Daten können, wie auch die Auswertung

[144] In zwei Lerngruppen konnten die Fragebögen erst nach den Osterferien ausgefüllt werden. Entsprechend lagen drei Wochen zwischen dem Ende der Implementation und der Post-Testung.

der erhaltenen Wahlen, Ablehnungen und Nicht-Nominierungen, in das Programm SPSS übertragen und dort ausgewertet werden. Zusätzlich zur klassenweiten Soziomatrix wurden darüber hinaus für die einzelnen Kleingruppen Soziomatrizen erstellt. Die Spaltensummen der erhaltenen Wahlen (+), Ablehnungen (-) und Nicht-Nominierungen (x) als Maß für die Akzeptanz durch die Kleingruppe und die Zeilensummen als Maß für das Akzeptieren der Gruppenmitglieder kann ebenfalls in das Programm SPSS übertragen und ausgewertet werden. Schülerinnen und Schüler, bei denen keine vollständigen Daten im Pre- und Post-Test vorliegen, werden in der Auswertung vernachlässigt.

Um einen Vergleich zwischen den Schülerinnen und Schüler im 1. und 2. Mesozyklus (als Zweigruppenplan) zur Bewertung der Änderungen in der Soziometrie auszuwerten, wird eine Mixed-ANOVA (Analysis of Variance; Varianzanalyse) (vgl. Rasch et al., 2014b; Bortz & Döring, 2015; Keller, 2017; Hemmerich, 2020) genutzt. Der Grund dafür, dass im Allgemeinen keine ANCOVA (vgl. Keller, 2017) verwendet wird, ist, dass diese Kovarianzanalyse die Fragestellung „Haben die Gruppen unterschiedliche Post-Werte, wenn für die Pre-Werte kontrolliert wird" (ebd., o.S.) und nicht die für diese Studie eher relevante Fragestellung „Verändern sich die Werte von Pre zu Post unterschiedlich zwischen den Gruppen" (ebd., o.S.) untersucht wird.[145] Bei der Mixed-ANOVA wird die Varianz innerhalb der Gruppen und zwischen den Gruppen geschätzt. Die Differenzbildung ergibt den sogenannte F-Wert (Rasch et al., 2014b). Der Grund dafür liegt darin, dass sich die „Erwartungswerte der beiden Varianzen nur durch den interessierenden Effekt voneinander unterscheiden" (ebd., S. 22). Wenn die Varianzschätzungen gleich sind, d.h. wenn $F = 1$ ist, gibt es keinen Unterschied in der Veränderung der Mittelwerte vom Pre- zum Post-Test. In diesem Fall sind die Einflüsse, die zur Veränderung des Mittelwertes in einer Gruppe führen, unsystematisch (ebd.). D.h. es handelt sich hierbei um nicht-intendierte Einflüsse (ebd.). Im Fall, dass $F > 1$ ist, gibt es dagegen einen systematischen Einfluss auf die Mittelwertänderungen, die sich auf den intendierten Unterschied zwischen Experimental- und Kontrollgruppe beziehen (ebd.).

Die ANOVA testet entsprechend die Nullhypothese, dass der F-Wert 1 beträgt, bzw. nahe bei 1 liegt. Der empirische F-Wert wird unter Rückbezug auf die F-Verteilung bestimmt (ebd.). Ein signifikantes Ereignis liegt dann vor, „wenn die Wahrscheinlichkeit eines empirischen F-Wertes kleiner ist als das festgelegte Signifikanzniveau bzw. der empirische F-Wert größer ist als der kritische F-Wert" (ebd., S. 25). Die Mixed-ANOVA wird mit dem Programm SPSS durchgeführt. Als Zwischensubjektfaktor wird die Gruppenzugehörigkeit (Schülerinnen und Schüler in Mesozyklus 1 bzw 2) verwendet. Der Innersubjektfaktor ist die Zeit. Neben dem F-Wert wird dabei auch angegeben, ob sich die Mittelwerte statistisch signifikant verändern (vgl. z.B. Rasch et al., 2014b; Hemmerich, 2020). Ferner wird auch das partielle Eta Quadrat (η^2) als Maß für die Effektstärke angegeben (Rasch et al., 2014b). Dabei wird ein Effekt von $\eta^2 < 0{,}06$ als kleiner Effekt bezeichnet, ein Effekt von $0{,}06 \leq \eta^2 < 0{,}14$ als mittlerer Effekt und ein Effekt $\eta^2 \geq 0{,}14$ als großer Effekt (ebd.).

Im Falle, dass sich die Pre-Werte signifikant unterscheiden, wird keine ANOVA, sondern eine ANCOVA (Analysis of Covariance; Kovarianzanalyse) durchgeführt, wobei die Pre-Werte nach Keller (2017) als „eine Störvariable [betrachtet werden], deren Einfluss mittels Kovarianzanalyse aus der abhängigen Variablen herausgerechnet (herauspartialisiert) wird" (Bortz & Döring, 2015, S. 544). In diesem Fall wird somit untersucht, ob sich die Post-Werte bei kontrolliertem Pre-Wert (Kovariate) signifikant unterscheiden (Keller, 2017). Als Effektstärke erhält man hierbei bei der Berechnung mit SPSS ebenso das

[145] Mehrere Wilcoxon-Tests werden aufgrund der Alpha-Fehlerkumulierung und Verringerung der Teststärke nicht genutzt (Rasch et al. 2014b).

partielle Eta Quadrat (η^2), wobei zur Einschätzung der Effektstärken die oben genannten Regeln gelten (Rasch et al., 2014b).

Der FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) wird durch die Bildung von Summenscores mit dem Programm SPSS für die einzelnen Skalen Soziale Integration (SI) und Klassenklima (KK) ausgewertet (vgl. Rauer & Schuck, 2003). Da zum jetzigen Zeitpunkt keine Normdaten bzw. T-Werte veröffentlicht sind, werden die ermittelten Summenscores bei klassenübergreifenden Auswertung verwendet. Unterschiede werden mit dem Wilcoxon-Test bzw. dem Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz geprüft, weil die Daten ordinalskaliert sind (vgl. Abschnitt 9.1.3.4). Die Effektstärken werden mit der Formel aus Abschnitt 9.1.3.4 berechnet.

Die Aussagen der Schülerinnen und Schüler im entwickelten Concept Inventory wurden in Anlehnung an Hammann und Jördens (2014) in drei verschiedene, allgemeine Kategorien eingeordnet. Zusätzlich zu den in Tabelle 62 genannten Kategorien bzw. Punktzahlen gibt es jeweils noch die 0-Punkte-Kategorie, in welche die übrigen Antworten einsortiert werden. Aufgrund der unterschiedlichen Formulierungen der einzelnen Kompetenzen und der Tatsache, dass in Kompetenz 1 insbesondere der Fokus auf die Fachsprache gelegt wird, wird für einzelne Kompetenzen bzw. Items ein anderes Codierschema verwendet (vgl. Tabelle 62).

Zu Kompetenz 1 mit den Items 1, 2a/b, 4, 6, 8 und 11	
3P	Physikalisch korrekte Erklärung inklusive Verwendung von entsprechender Fachsprache.
2P	Physikalisch (weitestgehend) korrekte Erklärung ohne Verwendung von entsprechender Fachsprache.
1P	In Ansätzen richtige Erklärung.
Zu Kompetenz 2 mit den Items 3, 5, 7, 9, 10, 12a/b	
3P	Physikalisch korrekte und detaillierte Erklärung des Phänomens.
2P	Weitestgehend korrekte (physikalische) Erklärung – in der Regel phänomenologisch.
1P	Ungenaue Erklärung des Phänomens. Richtige Teilaspekte vorhanden. Oft phänomenologisch.

Tabelle 62: Codierung zur quantitativen Auswertung der Schülerantworten.

Ausnahme dieser allgemeinen Punkteverteilung sind Item 2a, 4 und 12a. Nähere Details und die Spezifizierungen für die einzelnen Items können dem Leitfaden im Anhang entnommen werden.

Die ermittelten Punktzahlen werden in das Programm SPSS übertragen. Es werden Summenscores gebildet. Abhängige Stichproben werden mit einem Wilcoxon-Test auf Signifikanz überprüft (Bühner & Ziegler, 2009; Rasch et al., 2014b). Bei unabhängigen Stichproben wird hierzu ein Mann-Whitney-Test genutzt (ebd.). Die Effektstärken werden bestimmt. Nähere Details zu den Testverfahren findet man in Abschnitt 9.1.3.4.

Darüber hinaus wurde zur Prüfung des Gütekriteriums der Reliabilität mit dem Programm SPSS Cronbach's Alpha berechnet. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sowohl die Daten im Pre- und Post-Test für den 2. und 3. Mesozyklus für die Berechnung genutzt werden. Zur Interpretation von Cronbach's Alpha schreiben Bortz und Döring (2015), dass ein Test eine Reliabilität größer als 0,80 aufweisen sollte. „Reliabilitäten zwischen 0,8 und 0,9 gelten als mittelmäßig, Reliabilitäten über 0,9 als hoch" (ebd., S. 199). Schmitt (1996) dagegen begründet, dass bereits eine Reliabilität von 0,7 angemessen ist, wobei

insbesondere zu berücksichtigen ist, dass Cronbach's Alpha von der Testlänge abhängt. So schreibt Schmitt (ebd.):

> „When a measure has other desirable properties, such as a meaningful content coverage of some domain and reasonable unidimensionality, this low reliability [im Fall von Schmitt beträgt die Reliabilität $\alpha = 0{,}49$] may not be a major impediment to its use" (ebd., S. 351f).

Eine ähnliche Aussage findet man auch bei Schecker (2014). Er formuliert, dass man bei ausreichender Begründung der Passung zwischen Inhalten bzw. Kompetenzen und Testinhalten auch einen Test mit niedrigerer Reliabilität verwenden kann.

Um einen Vergleich zwischen den Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden (als Zweigruppenplan) bezogen auf ihren Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen auszuwerten, wird ein Rank Transform Test (Conover & Iman, 1981) und keine Mixed-ANOVA (vgl. Rasch et al., 2014b; Bortz & Döring, 2015; Keller, 2017; Hemmerich, 2020) durchgeführt. Der Grund hierfür liegt darin, dass die vorliegenden Daten ordinalskaliert und nicht intervallskaliert sind (vgl. auch ebd., Rasch et al., 2014b; Hemmerich, 2020).[146] Dabei handelt es sich beim Rank Transform Test (Conover & Iman, 1981) um eine klassische Mixed-ANOVA, die auf Rangdaten angewendet wird. Folglich wurden in einem ersten Schritt die Summenscores mit dem Programm SPSS in Rangdaten transformiert (vgl. Conover & Iman, 1981). Anschließend wird eine Mixed-ANOVA (vgl. oben) durchgeführt.

9.3.4.2 Auswertungsdesign für qualitative Daten

Sowohl die geführten Interviews als auch das Concept Inventory mit Fokus auf die Präkonzepte, wurden mit qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) bzw. Kuckartz (2018) ausgewertet. Die Vorgehensweise wurde bereits in Abschnitt 9.1.3.5 ausführlich beschrieben. Es werden an dieser Stelle daher nur einige ergänzende Hinweise gegeben.

Die Antworten der Schülerinnen und Schüler im Concept Inventory wurden transkribiert und aufgabenweise in einer Datei zusammengefasst. Dabei wurden bei der Transkription Rechtschreibfehler korrigiert. Zeichnungen der Schülerinnen und Schüler wurden eingescannt und an der entsprechenden Stelle in der Datei eingefügt. Die Kategorienentwicklung zu den einzelnen Aufgaben erfolgte induktiv, wobei in einem ersten Zyklus etwa 50% des vorhandenen Materials zur Erstellung der Kategorien verwendet wurden. Anschließend wurden 100% des Materials codiert. Aufgrund der Form der vorliegenden Daten und der Größe der Datei erfolgte die Auswertung nicht mit dem Programm MAXQDA. Die entsprechende Nummer der Kategorie wurde jeweils in eine zusätzliche Spalte neben den Äußerungen der Lernenden eingetragen.

Im Anschluss an die Transkription der Lehrerinterviews (in der Mitte und am Ende der Implementation) in Anlehnung an Dresing und Pehl (2015) wurden die Daten ausgewertet. Ausgangspunkt war hierbei das Kategoriensystem aus dem 1. Mesozyklus. Es wurde

[146] Eine Voraussetzung der ANOVA ist die Normalverteilung der Daten (z.B. Rasch et al., 2014b; Hemmerich, 2020). Gleichzeitig ist die ANOVA robust gegenüber Missachtung dieses Kriteriums (Glass et al., 1972).

induktiv aufgrund der Daten erweitert. Inwiefern ein Analyseprogramm zur Auswertung qualitativer Daten verwendet wurde, ist bei den Ergebnissen jeweils angegeben.

9.3.4.3 Ergebnisse zur Ersteinschätzung mit der ITRF

Es liegen insgesamt Daten von 217 Schülerinnen und Schüler aus dem universellen Verhaltensscreening vor. Im Mittel wurde ein Summenscore von 9,76 ($SD = 8{,}87$) erreicht. Wie im 1. Mesozyklus werden auch im 2. Mesozyklus aufgrund fehlender cut-off-Werte der ITRF (Casale et al., 2019), die (ca.) 20% der Schülerinnen und Schüler mit den höchsten Summenscores pro Lerngruppe betrachtet. Im 2. Mesozyklus wurden mit 22,1% knapp mehr Schülerinnen und Schüler berücksichtigt – es wird jedoch der Einfachheit halber im Folgenden immer von 20% gesprochen (Gruppe 1). Die 48 Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen erreichen in der ITRF (ebd.) einen Summenscore von 21,92 (SD = 8,53). Die übrigen 169 Lernenden erreichen einen mittleren Summenscore von $6{,}30$ ($SD = 5{,}15$). Die mittleren Summenscores unterscheiden sich offensichtlich signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $U = 417{,}000$; $p = 0{,}000$).

9.3.4.4 Kenndaten für das entwickelte Concept Inventory

Bevor die Ergebnisse aus dem Pre- und Post-Test des Concept Inventories vorgestellt werden, werden zunächst die Ergebnisse für die Reliabilität angegeben.[147] Man beachte, dass zur Berechnung der von Cronbach's Alpha mit dem Programm SPSS sowohl die Pre- als auch Post-Werte aus dem 2. Mesozyklus und dem 3. Mesozyklus berücksichtigt wurden. Insgesamt wurden 554 Fragebögen einbezogen. Der Gesamtreliabilitätskoeffizient beträgt $\alpha = 0{,}792$ und somit ist die Zuverlässigkeit des Tests als angemessen zu bezeichnen (Schmitt, 1996). Für Kompetenz 1 beträgt die Reliabilität $\alpha = 0{,}631$ und somit entsprechend ist der Wert unter den in der Literatur geforderten Werten (vgl. Schmitt, 1996; Schecker, 2014; Bortz & Döring, 2015). Für Kompetenz 2 ist $\alpha = 0{,}712$ und damit ist die Zuverlässigkeit des Tests über dem von Schmitt (1996) genannten Wert.[148]

Für Reliabilitäten unter 0,7 formuliert Schecker (2014):

> „Wenn man gut begründen kann, dass eine bestimmte Auswahl von Testaufgaben die Kerninhalte und Kompetenzziele einer Unterrichtseinheit abdecken, kann man den Test im Rahmen einer Evaluation auch bei niedrigen Reliabilitätswerten verwenden" (ebd., o. S.).

Entsprechend gilt es – auch im Sinne der Inhaltsvalidität – zu begründen, dass die Items die im Kernlehrplan genannten Kompetenzen vom Concept Inventory abgedeckt werden. In Tabelle 63 bzw. Tabelle 64 wurden die Items jeweils der Kompetenz bzw. den Teilkompetenzen zugeordnet.

---

[147] Für die Bestimmung von Cronbachs Alpha bzw. zur Auswertung der Daten wurden 20% der Fragebögen aus dem 2. und 3. Mesozyklus zusätzlich von einem zweiten Codierer codiert. Die Interrater-Reliabilität beträgt 0,95 für den 2. Mesozyklus und 0,92 für den 3. Mesozyklus.

[148] Die beiden Skalen korrelieren mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,625 (p=0,000) signifikant miteinander, was aufgrund der Tatsache, dass beide Kompetenzen Inhalte der elementaren Optik berücksichtigen, zu erwarten war.

Die Schülerinnen und Schüler können ...	... das Aussehen von Gegenständen ...	... mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, ...	... Absorption) erläutern.
Item Nr.	Item 8, Item 11	Item 1, Item 2b, Item 4, Item 6[149]	Item 2a, Item 4, Item 8

Tabelle 63: Zuordnung der Items zu den Teilkompetenzen von Kompetenz 1.

Die Schülerinnen und Schüler können ...	... Schattenbildung ...	... Mondphasen...	... Finsternisse [...] mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären.
Item Nr.	Item 3, 12a, 12b	Item 7, Item 10	Item 5, Item 9

Tabelle 64: Zuordnung der Items zu den Teilkompetenzen von Kompetenz 2.

Es zeigt sich, dass die einzelnen Teilkompetenzen jeweils von mehreren Items abgedeckt wurden. Gleichzeitig wurden die Items recht nah zum Kernlehrplan formuliert. Da es sich nicht um ein Multiple-Choice Concept Inventory handelt wurde insbesondere durch den Einbezug des Operators *Erkläre* die Passung zu den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen erhöht. Beispielsweise weist das Item „*Erkläre*, wie die Mondphasen entstehen“ eine hundertprozentige Passung zur Teilkompetenz im Kernlehrplan auf.

9.3.4.5 Ergebnisse aus dem Concept Inventory zu Präkonzepten der Schülerinnen und Schüler

In diesem Abschnitt werden die ermittelten Präkonzepte der Lernenden zu einzelnen Inhalten beschrieben. Die Auswahl der hier vorgestellten Vorstellungen orientiert sich in der Reihenfolge an den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen. 20% des Materials wurden von einem zweiten Codierer erneut kategorisiert. Die Intercoder-Übereinstimmung beträgt 0,96.

Zunächst werden die Vorstellungen der Lernenden zur Reflexion, Streuung, Absorption und zum Sehvorgang beschrieben: Die meisten Schülerinnen und Schüler haben die Vorstellung, dass ein Spiegel das Licht umlenkt. Dabei lassen sich ausgehend von den Beschreibungen und Zeichnungen der Lernenden folgende Unterkategorien finden, welche das Umlenken am Spiegel berücksichtigen:

- MESO2_PK_UK 1.1: Wenn Licht auf einen Spiegel trifft, wird es im korrekten Winkel umgelenkt.
- MESO2_PK_UK 1.2: Wenn Licht auf einen Spiegel trifft, wird es im korrekten Winkel umgelenkt. Es wird das Fachwort *reflektiert* verwendet.
- MESO2_PK_UK 1.3: Wenn Licht auf einen Spiegel trifft, wird es im falschen Winkel umgelenkt.
- MESO2_PK_UK 1.4: Wenn Licht auf einen Spiegel trifft, wird es im falschen Winkel umgelenkt. Es wird das Fachwort *reflektiert* dabei (fälschlicherweise) verwendet.
- MESO2_PK_UK 1.6: Die Schülerinnen und Schüler zeichnen den reflektierten Lichtstrahl im richtigen Winkel. Es wird jedoch keine Erklärung genannt.

[149] Item 6 berücksichtigt den Streuvorgang.

- MESO2_PK_UK 1.11: Die Schülerinnen und Schüler zeichnen den reflektierten Lichtstrahl im falschen Winkel. Als Startpunkt des reflektierten Strahls wird jedoch nicht der Auftreffpunkt des einfallenden Lichtstrahls genutzt. Es wird keine schriftliche Beschreibung gegeben.
- MESO2_PK_UK 1.14: Der Strahl wird im 90°-Winkel weitergeleitet, wobei der Winkel zwischen einfallendem und ausfallendem Strahl gemeint ist.
- MESO2_PK_UK 1.15: Einzelne Schülerinnen und Schüler beschreiben, dass der Lichtstrahl im 90°-Winkel – gemeint ist der Winkel zwischen einfallendem und reflektiertem Lichtstrahl – *reflektiert* wird.

Andere Lernende beschreiben explizite Beobachtungen von dem was passiert, wenn Licht auf einen Spiegel trifft: Es entstehen Kreise bzw. Lichtflecken an der Decke (MESO2_PK_UK 1.10) bzw. je nachdem blendet das reflektierte Licht eine Person in der falschen (MESO2_PK_UK 1.13) bzw. korrekten Richtung (MESO2_PK_UK 1.16). Während einzelne Schülerinnen und Schüler keine Lösung skizzieren bzw. beschreiben (MESO2_PK_UK 1.5), treffen andere Lernende die Aussage, dass ein Schatten entsteht, wenn Licht auf einen Spiegel trifft (MESO2_PK_UK 1.7). Andere Schülerinnen und Schüler meinen, dass der Spiegel kaputt geht (MESO2_PK_UK 1.8), es einen Regenbogen gibt (MESO2_PK_UK 1.12) bzw. der Spiegel sehr heiß wird und zu brennen beginnt (MESO2_PK_UK 1.9).

UK	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
# Cod.	46	23	26	18	30	15	2	1
UK	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16
# Cod.	3	3	2	2	2	2	1	1

Tabelle 65: Anzahl der Codierungen für die Reflexion am ebenen Spiegel (N=177).

Auch wenn Licht auf eine weiße Fläche trifft, wird es umgelenkt. Genauer gesagt wird das Licht gestreut. Dieser Fachbegriff wird von keiner Schülerin bzw. keinem Schüler im Pre-Test genannt. Dennoch erwähnen eine Reihe von Schülerinnen und Schülern, dass der Lichtstrahl umgelenkt wird (MESO2_PK_UK 6.5)[150]. Ein Kind äußert die Vorstellung, dass der Lichtstrahl weitergeht (MESO2_PK_UK 6.6) bzw. breiter oder schmaler wird (MESO2_PK_UK 6.12). Andere Lernende äußern die Vorstellung, dass ein Farbspektrum (MESO2_PK_UK 6.8) oder ein Schatten entsteht (MESO2_PK_UK 6.10) bzw., dass nichts passiert (MESO2_PK_UK 6.7).

[150] Auch nutzen viele Schülerinnen und Schüler hier den Begriff *reflektieren*. Dabei zeigt auch die kategoriale Auswertung von Item 4, dass der Begriff unterschiedlich und häufig allgemeiner bzw. undifferenziert genutzt wird. Bei Item 4 wurden Lückentexte vorgegeben. In diese Lückentexte sollen die Fachbegriffe *Reflexion* (Lücke 1), *Streuung* (Lücke 2) und *Absorption* (Lücke 3) eingetragen werden. In 36 Fällen wird der Begriff *Reflexion* nur in Lücke 1 eingetragen (MESO2_PK_UK 4.1). Acht Schülerinnen und Schüler nennen den Begriff *Reflexion* sowohl in Lücke 1 und 2, was für eine Gleichsetzung der beiden Begriffe spricht (MESO2_PK_UK 4.2). In einem Fall nennt ein Kind den Begriff *Reflexion* in allen drei Lücken (MESO2_PK_UK 4.3). Sechs Schülerinnen und Schüler nutzen den Begriff der *Reflexion* in der zweiten Lücke (MESO2_PK_UK 4.4) und ein Kind verwendet den Begriff *Reflexion* für die dritte Lücke (MESO2_PK_UK 4.6). Ein Kind nennt den Begriff *Reflexion* an zweiter und dritter Stelle (MESO2_PK_UK 4.7). 124 Schülerinnen und Schüler nennen den Fachbegriff *Reflexion* in keinem der Fälle (MESO2_PK_UK 4.5). Die Fachbegriffe *Streuung* und *Absorption* werden von keiner Schülerin bzw. keinem Schüler verwendet.

UK	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8
# Cod.	89	30	11	7	21	1	4	1
UK	6.9	6.10	6.11	6.12	6.13	6.14	6.15	
# Cod.	4	3	1	1	3	2	1	

Tabelle 66: Anzahl der Codierungen für die Streuung an der weißen Fläche (N=177).[151]

Die anderen Lernenden äußern Vorstellungen, die sich auf die Fläche beziehen:

- MESO2_PK_UK 6.2: Die weiße Fläche wird heller bzw. verfärbt sich (außer schwarz; vgl. MESO2_PK_UK 6.14).
- MESO2_PK_UK 6.3: Die weiße Fläche leuchtet.
- MESO2_PK_UK 6.4: Die weiße Fläche glänzt.
- MESO2_PK_UK 6.9: Die weiße Fläche wird wärmer.
- MESO2_PK_UK 6.11: Die weiße Fläche bekommt Risse.
- MESO2_PK_UK 6.13: Die weiße Fläche blendet.
- MESO2_PK_UK 6.14: Die weiße Fläche wird schwarz.
- MESO2_PK_UK 6.15: Die weiße Fläche wird zum Spiegel und spiegelt die Objekte vor der Fläche.

Item 2 zur Sichtbarkeit eines Schulranzens in der Dunkelheit, als auch in Item 8 zur Frage, warum ein schwarzer Gegenstand schwarz aussieht, thematisieren schwarze Flächen und die Absorption von Licht.

UK	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
# Cod.	17	77	25	11	32	16

Tabelle 67: Anzahl der Codierungen für die Frage nach der Sichtbarkeit eines dunklen Schulranzens (N=177).[152]

Bei Item 2 wurden die Lernenden gefragt, warum man einen dunklen Schulranzen in der Dunkelheit nicht gut sehen kann. Dabei ergeben sich eine Reihe von Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler, auch wenn 25 Lernende keine Vorstellung formulieren (MESO2_PK_UK 2.3). Einige Schülerinnen und Schüler führen die Nicht-Sichtbarkeit des Schulranzens darauf zurück, dass der Ranzen dunkel ist (MESO2_PK_UK 2.1) bzw., dass man bei Dunkelheit schlecht sehen kann (MESO2_PK_UK 2.5). Andere Lernende bringen diese beide Kategorien zusammen und formulieren, dass man den Schulranzen nicht erkennen kann, weil sich Ranzen und die Dunkelheit kaum bis gar nicht unterscheiden (MESO2_PK_UK 2.2). 16 Schülerinnen und Schüler führen die Begründung an, dass der Schulranzen nicht hell[153] ist bzw. keine LEDs bzw. keine Reflektoren besitzt (MESO2_PK_UK 2.6). Hier wird jedoch nicht näher begründet, warum dies dabei helfen würde, den Ranzen besser zu sehen. Andere Schülerinnen und Schüler begründen, dass der

[151] Zwei Kinder nennen zwei Vorstellungen.
[152] Ein Kind hat zwei Vorstellungen genannt.
[153] Wenn erwähnt wird, dass der Schulranzen nicht hell ist, wurde nicht Kategorie MESO2_PK_UK 2.1 kategorisiert. Der Grund dafür, dass hierbei zwei Kategorien genutzt wurden ist, dass in der Aufgabenstellung bereits formuliert wurde, dass der Ranzen dunkel ist. Folglich handelt es sich bei ‚nicht hell' bereits um einen Transfer.

schwarze Schulranzen das Licht verschluckt bzw. nicht wieder abgibt (MESO2_PK_UK 2.4) – das Fachwort *Absorption* wird jedoch nicht genutzt.

Auch bezogen auf die Frage warum schwarze Flächen schwarz aussehen, zeigen sich ähnliche Vorstellungen: Während eine Vielzahl an Lernenden keine Vorstellung formuliert (MESO2_PK_UK 8.3), ist die populärste Antwort der Lernenden, dass die schwarze Fläche schwarz aussieht, weil sie schwarz bzw. dunkel ist (MESO2_PK_UK 8.1; vgl. auch MESO2_PK_UK 2.1). Ein Kind führt aus, dass die Fläche schwarz ist und auch als schwarz mit den Augen wahrgenommen wird (MESO2_PK_UK 8.10). Darüber hinaus führen einige Lernende die Farbe des Gegenstandes nur auf die Augen (MESO2_PK_UK 8.2) bzw. nur auf das Gehirn (MESO2_PK_UK 8.12) zurück. Andere Lernende führen an, dass schwarz keine Farbe ist (MESO2_PK_UK 8.4). Die übrigen Vorstellungen kommen selten vor. Einzelne Schülerinnen und Schüler nennen die Vorstellung, dass schwarze Flächen das Licht *verschlucken* (MESO2_PK_UK 8.6; vgl. MESO2_PK_UK 2.4) bzw. das Licht *verschlucken* und entsprechend nicht mehr aussenden (MESO2_PK_UK 8.5; vgl. MESO2_PK_UK 2.4). Weitere Begründungen sind:

- MESO2_PK_UK 8.7: Weil der schwarze Gegenstand das Licht ablenkt.
- MESO2_PK_UK 8.8: Weil die schwarze Fläche nicht beleuchtet wird (vgl. MESO2_PK_UK 2.5).
- MESO2_PK_UK 8.9: Weil die Farbe der schwarzen Fläche sich nicht verändert.
- MESO2_PK_UK 8.11: Weil das Licht schwarze Flächen nicht durchdringen kann.
- MESO2_PK_UK 8.13: Weil die schwarze Fläche dunkel ist **und** nicht beleuchtet wird (vgl. MESO2_PK_UK 2.2).
- MESO2_PK_UK 8.14: Weil die schwarze Fläche beleuchtet wird.

UK	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7
# Cod.	50	20	77	13	1	2	1
UK	8.8	8.9	8.10	8.11	8.12	8.13	8.14
# Cod.	4	1	2	1	4	1	2

Tabelle 68: Anzahl der Codierungen zur Frage, warum eine schwarze Fläche schwarz ist (N=177).[154]

UK	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8
# Cod.	43	13	15	75	7	6	1	7
UK	11.9	11.10	11.11	11.12	11.13	11.14	11.15	
# Cod.	3	2	1	1	1	1	1	

Tabelle 69: Anzahl der Codierungen für den Sehvorgang (N=177).

Neben der Frage, warum ein schwarzer Gegenstand schwarz erscheint wurden die Lernenden auch zum Ablauf des Sehvorgangs befragt, wobei sie erklären sollten, warum sie die Arbeitsblätter vor sich sehen können. Während die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler keine Antwort auf diese Frage nennt (MESO2_PK_UK 11.4), begründen viele Schülerinnen und Schüler, dass man das Arbeitsblatt sehen kann, weil man Augen hat bzw. zu den Blättern hinschaut (MESO2_PK_UK 11.1) oder weil das Bild im Gehirn entsteht (MESO2_PK_UK 11.7).

[154] Zwei Kinder nennen jeweils zwei Vorstellungen.

Andere Lernende wiederum begründen die Sichtbarkeit der Arbeitsblätter allgemein durch das Licht im Raum (MESO2_PK_UK 11.6) bzw. dadurch, dass die Blätter beleuchtet werden (MESO2_PK_UK 11.5). In der Vorstellung von weiteren Schülerinnen und Schülern werden die Augen beleuchtet, wodurch das Arbeitsblatt sichtbar wird (MESO2_PK_UK 11.9). Weitere Lernende begründen, dass das Licht das Blatt und das Auge beleuchtet (MESO2_PK_UK 11.15) bzw., dass zum Sehen sowohl die Augen als auch das Licht notwendig sind (MESO2_PK_UK 11.8). Lediglich ein Kind begründet, dass das Licht auf das Blatt trifft und vom Blatt wieder abgegeben wird (MESO2_PK_UK 11.12). Die übrigen Schülerinnen und Schüler führen das Sehen des Arbeitsblatts auf Charakteristika desselben zurück:

- MESO2_PK_UK 11.2: Weil das Blatt da ist.
- MESO2_PK_UK 11.3: Wegen der Farbe des Arbeitsblatts.
- MESO2_PK_UK 11.10: Weil das Blatt ein Gegenstand ist.
- MESO2_PK_UK 11.11: Wegen der unterschiedlichen Farbe von Blatt und Tisch.
- MESO2_PK_UK 11.13: Weil die Arbeitsblätter groß genug sind.
- MESO2_PK_UK 11.14: Weil auf dem Blatt etwas gedruckt ist.

In einem nächsten Schritt werden die ermittelten Vorstellungen zum Inhalt Schatten – insbesondere Schattenentstehung, Finsternisse und Mondphasen – beschrieben.

In Item 3 wurden die Schülerinnen und Schüler gefragt, warum hinter einem Holzklotz ein Schatten entsteht. 66 Schülerinnen und Schüler beschreiben keine Vorstellung (MESO2_PK_UK 3.1). Andere Lernende begründen die Schattenentstehung durch das Vorhandensein von Licht (MESO2_PK_UK 3.4) bzw. durch das Vorhandensein des Gegenstandes (MESO2_PK_UK 3.3).

Weitere Lernende beschreiben lediglich, dass für das Entstehen eines Schattens ein Gegenstand und Licht vorhanden sein müssen, ohne näher auf die Details einzugehen (MESO2_PK_UK 3.5). In der Regel schreiben diese Lernenden, dass der Gegenstand beleuchtet wird. 11 Lernende äußern die Vorstellung, dass der Schatten entsteht, weil die Lichtquelle nur eine Seite beleuchtet bzw. die Lichtquelle aus einer bestimmten Richtung leuchtet (MESO2_PK_UK 3.6). 21 Schülerinnen und Schüler begründen den Schatten dadurch, dass hinter den Holzklotz kein Licht kommt, ohne auf den Grund hierfür einzugehen (MESO2_PK_UK 3.2). Andere Lernende wiederum stellen die Vermutung auf, dass ein Schatten entsteht, weil das Licht den nicht-transparenten Holzklotz nicht durchdringen kann, sodass es hinter dem Holzklotz dunkel ist (MESO2_PK_UK 3.8) während einzelne Schülerinnen und Schüler dies durch die Dicke des Holzklotzes begründen (MESO2_PK_UK 3.12). Zwei Lernende wiederum formulieren, dass der Schatten entsteht, weil das Licht neben dem Klotz vorbeiläuft (MESO2_PK_UK 3.10). Die vollständige Erklärung der Schattenentstehung (Licht kann den Holzklotz nicht durchdringen und ein Teil des Lichts läuft neben dem Gegenstand vorbei – MESO2_PK_UK 3.11) wird nur in vier Fällen genannt. Weitere Vorstellungen kommen nur sehr selten vor. Diese Begründungen zur Schattenentstehung lauten wie folgt:

- MESO2_PK_UK 3.9: Der Schatten ist ein Abbild des Gegenstands.
- MESO2_PK_UK 3.13: Beim Schatten wird das Holz an der Wand gespiegelt.
- MESO2_PK_UK 3.14: Der Schatten entsteht aufgrund der Dreidimensionalität der Situation.
- MESO2_PK_UK 3.15: Jeder Gegenstand hat einen Schatten.

UK	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
# Cod.	66	21	2	2	16	11	36	1
UK	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14	3.15	
# Cod.	4	2	4	8	1	1	2	

Tabelle 70: Anzahl der Codierungen zu den Vorstellungen der Schattenentstehung (N=177).

Für das Schattenbild einer Tasse bei zwei Lichtquellen, bestehend aus einem Kern- und zwei Halbschatten, haben die Schülerinnen und Schüler im Pre-Test eine Reihe an Vorstellungen (vgl. auch Tabelle 71). Während eine Vielzahl an Schülerinnen und Schülern die Frage nicht beantwortet (MESO2_PK_UK 12.1), führen andere Schülerinnen und Schüler das Aussehen des Schattenbildes auf unterschiedlich helle bzw. große Taschenlampen (MESO2_PK_UK 12.12), Taschenlampen im unterschiedlichen Abstand (MESO2_PK_UK 12.8) bzw. Taschenlampen aus unterschiedlichen Richtungen (MESO2_PK_UK 12.9) zurück. Andere Lernende formulieren ungenauere Vorstellungen und argumentieren, dass das Schattenbild entsteht, weil Licht vorhanden ist (MESO2_PK_UK 12.8), es zwei Taschenlampen sind (MESO2_PK_UK 12.11) bzw. weil die Tasse beleuchtet wird (MESO2_PK_UK 12.14) oder weil zwei Taschenlampen die Tasse beleuchten (MESO2_PK_UK 12.3). Alle diese Aussagen wurden jedoch bereits in der Aufgabenstellung genannt. Andere Lernende nennen als Grund für die Schatten die Reflexion an der Tasse (MESO2_PK_UK 12.5).

UK	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7
# Cod.	114	1	9	6	1	9	3
UK	12.8	12.9	12.10	12.11	12.12	12.13	12.14
# Cod.	5	15	1	3	5	1	4

Tabelle 71: Anzahl der Codierungen für die Entstehung des Schattenbildes bei zwei Lichtquellen (N=177).

Ein Kind argumentiert, dass ein Schatten nicht beleuchtet wird (MESO2_PK_UK 12.2), wobei nicht klar ist welcher Schatten gemeint ist, bzw. warum der Kernschatten in der Mitte nicht beleuchtet wird (MESO2_PK_UK 12.10). Andere Lernende formulieren, dass Kern- und Halbschatten unterschiedlich stark beleuchtet werden, wobei es zwei Möglichkeiten gibt: Der Kernschatten wird von keiner Lichtquelle beleuchtet (MESO2_PK_UK 12.4) bzw. der Kernschatten wird von zwei Lichtquellen beleuchtet (MESO2_PK_UK 12.13). Ferner liegt bei einigen Schülerinnen und Schülern die Vorstellung vor, dass sich der dunkle Kernschatten durch das *Addieren* bzw. Aufeinandertreffen der beiden Halbschatten ergibt (MESO2_PK_UK 12.6).

Auch Sonnenfinsternisse ergeben sich aus Schatten – genauer gesagt dem Schatten des Mondes, der auf die Erde trifft. Die Lernenden äußern eine Vielzahl an Vorstellungen davon, wie Sonnenfinsternisse entstehen. So zeigt sich die eher phänomenologische Vorstellung bei den Lernenden, dass sich der Mond vor die Sonne schiebt und die Sonne auf diese Weise verdunkelt wird (MESO2_PK_UK 5.2). Die Tatsache, dass eine Sonnenfinsternis durch eine bestimmte Konstellation von Sonne und Mond zustande kommt, findet sich ebenfalls bei MESO2_PK_UK 5.6 (Die Sonne schiebt sich vor den Mond) und MESO2_PK_UK 5.4 (Mond und Sonne treffen aufeinander – Reihenfolge aus Text und Bild nicht ersichtlich). Die zwei letztgenannten Vorstellungen sind physikalisch nicht korrekt. Andere Schülerinnen und Schüler haben die Vorstellung, dass „etwas“ oder

ein Planet (MESO2_PK_UK 5.7) – es kann aus den Antworten heraus keine Aussage getroffen werden, ob die Lernenden den Unterschied zwischen einem Mond und einem Planeten kennen – die Sonne verdeckt. Es lässt sich somit nicht interpretieren, inwiefern diese Vorstellung zu MESO2_PK_UK 5.2 zugeordnet werden kann. Ein Kind hat darüber hinaus die Vorstellung, dass sich Wolken vor die Sonne schieben (MESO2_PK_UK 5.5).

Auch die physikalisch korrekte Vorstellung, dass sich bei einer Sonnenfinsternis Sonne, Mond und Erde (in dieser Reihenfolge) auf einer Linie befinden müssen (MESO2_PK_UK 5.3), nennen einzelne Schülerinnen und Schüler. Im Regelfall findet man diese Unterscheidung von MESO2_PK_UK 5.2 zu MESO2_PK_UK 5.3 jedoch nicht in der schriftlichen Antwort der Lernenden, sondern in der zugehörigen Skizze. Auch findet sich bei den Lernenden die Vorstellung, dass sich die Erde zwischen Sonne und Mond befindet (MESO2_PK_UK 5.8). Ferner gibt es die sehr allgemein gehaltene Vorstellung, dass die Sonnenfinsternis durch die Bewegung von Erde und Mond um die Sonne entsteht (MESO2_PK_UK 5.11).

UK	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6
# Cod.	81	61	14	11	1	3
UK	5.7	5.8	5.9	5.10	5.11	
# Cod.	2	1	1	1	1	

Tabelle 72: Anzahl der Codierungen bei der Sonnenfinsternis (N=177).

Ferner sieht ein Kind eine Verbindung zwischen der Sonnenfinsternis und dem Sonnenaufgang (MESO2_PK_UK 5.9). Darüber hinaus wird das Entstehen einer Sonnenfinsternis mit dem Annähern der Sonne an die Erde in Verbindung gebracht (MESO2_PK_UK 5.10).

Auch bei der Mondfinsternis handelt es sich um ein Schattenphänomen – diesmal jedoch um den Schatten der Erde, welcher auf den Mond trifft. 121 Schülerinnen und Schüler nennen keine Vorstellung zum Entstehen einer Mondfinsternis (MESO2_PK_UK 9.1). Einige der ermittelten Vorstellungen beruhen darauf, dass kein Licht auf den Mond trifft: Während ein Kind beschreibt, dass die Sonne den Mond bei einer Mondfinsternis nicht anstrahlt (MESO2_PK_UK 9.14), schreiben andere Lernende, dass sich „etwas“ – es wird nicht klar genannt was – vor die Sonne schiebt (MESO2_PK_UK 9.10). Andere Schülerinnen und Schüler haben die Vorstellung, dass sich die Sonne vor den Mond schiebt (MESO2_PK_UK 9.2). Eine weitere ermittelte Vorstellung ist, dass sich Wolken vor den Mond schieben (MESO2_PK_UK 9.8). Auch eine physikalisch korrekte Vorstellung, nämlich, dass sich die Erde vor den Mond schiebt bzw., dass die Erde die Sonne verdeckt (MESO2_PK_UK 9.9) wird von einem Kind genannt. Andere Schülerinnen und Schüler schreiben, dass sich Mond und Sonne treffen (MESO2_PK_UK 9.7), wobei die Reihenfolge in Text und Bild nicht eindeutig ist bzw. dass bei einer Mondfinsternis Sonne und Mond nebeneinanderstehen (MESO2_PK_UK 9.13). Vier Lernende beschreiben, dass sich bei einer Mondfinsternis der Mond vor die Sonne schiebt (MESO2_PK_UK 9.4).

Einige der Schülerinnen und Schüler haben darüber hinaus einen Perspektivwechsel vorgenommen und versuchen die Mondfinsternis aus der Perspektive von *oben* auf das System Sonne, Erde und Mond zu erklären. Hierbei kommen alle denkbaren Kombinationen der Reihenfolge von Sonne, Erde und Mond (MESO2_PK_UK 9.3 - Erde in der Mitte, MESO2_PK_UK 9.5 - Sonne in der Mitte, MESO2_PK_UK 9.6 - Mond in der Mitte) vor.

UK	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7
# Cod.	121	28	3	4	3	2	7
UK	9.8	9.9	9.10	9.11	9.12	9.13	9.14
# Cod.	3	1	1	1	1	1	1

Tabelle 73: Anzahl der Codierungen für die Mondfinsternis (N=177).

Andere Lernende setzen Mondfinsternis und Neumond gleich (MESO2_PK_UK 9.12) bzw. erklären das Entstehen der Mondfinsternis dadurch, dass der Mond sehr nah an die Erde kommt (MESO2_PK_UK 9.11).

Während bei den Items zur Sonnen- und Mondfinsternis die ausformulierten Antworten der Schülerinnen und Schüler durch eigene Zeichnungen unterstützt wurden, wurden Text und Zeichnung bei der Erklärung der Mondphasen in zwei Items aufgeteilt. In Item 10 sollten die Schülerinnen und Schüler die Positionen von Sonne, Erde und Mond bei einem Halbmond aufzeichnen. Eine schriftliche Erklärung wurde bei diesem Item nicht gefordert. Die Skizzen der Lernenden wurden verschiedenen Kategorien zugeordnet (vgl. Tabelle 74). 89 Schülerinnen und Schüler haben dabei keine Skizze angefertigt (MESO2_PK_UK 10.1).

UK	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7
# Cod.	89	11	14	2	10	1	10
UK	10.8	10.9	10.10	10.11	10.12	10.14	
# Cod.	6	8	1	10	10	5	

Tabelle 74: Anzahl der Codierungen der Vorstellungen zu den Mondphasen – ermittelt aus den Zeichnungen (N=177).

Aus den Zeichnungen heraus lassen sich verschiedene Präkonzepte der Lernenden ermitteln. Eine Begründung für das Entstehen eines Halbmondes ist, dass sich der Mond hinter die Sonne schiebt (MESO2_PK_UK 10.2). Ein Kind hat dagegen die Vorstellung, dass die Mondphasen als Phasen einer Sonnenfinsternis zu verstehen sind (MESO2_PK_UK 10. 6).

Andere Schülerinnen und Schüler vermuten, dass die Mondphasen von der Konstellation von Sonne, Erde und Mond abhängen. In diesem Zusammenhang können folgende Präkonzepte der Lernenden zum Entstehen eines Halbmonds ermittelt werden: Sonne, Erde und Mond befinden sich auf einer Linie in der Reihenfolge Sonne, Erde und Mond (MESO2_PK_UK 10.3) bzw. Sonne, Mond, Erde (MESO2_PK_UK 10.7), die Verbindungslinien Sonne-Erde und Sonne-Mond schließen an der Sonne etwa einen 90° Winkel ein (MESO2_PK_UK 10.4) oder die Verbindungslinien Sonne-Mond und Mond-Erde schließen an der Sonne etwa einen 90° Winkel ein (MESO2_PK_UK 10.11). Auch die korrekte Vorstellung „Die Verbindungslinien Sonne-Erde und Erde-Mond schließen an der Erde einen Winkel von 90° ein“ tritt bei den Lernenden auf (MESO2_PK_UK 10.8), wobei es darüber hinaus eine Vorstellung gibt, bei der der Winkel etwas mehr als 90° beträgt (MESO2_PK_UK 10.10). In diesem Fall ist jedoch aufgrund der Größenverhältnisse die Vorstellung der Mondphasen aufgrund des Erdschattens (MESO2_PK_UK 10.5) nicht interpretierbar. Bei einer weiteren Vorstellung befindet sich der Mond zwischen Sonne und Erde – allerdings nicht auf einer Linie (MESO2_PK_UK 10.13). In einigen Fällen sind die Zeichnungen der Lernenden nicht interpretierbar (MESO2_PK_UK 10.9) bzw. es wurden nur einzelne Himmelskörper (MESO2_PK_UK

10.12) gezeichnet. Ferner finden sich Vorstellungen, dass sich der Mond zwischen und Sonne und Erde befindet, wobei die drei Himmelskörper nicht auf einer Linie sind MESO2_PK_UK 10.14).[155]

Neben der grafischen Darstellung der Konstellation von Sonne, Erde und Mond bei einem Halbmond wurden die Schülerinnen und Schüler in Item 7 aufgefordert zu erklären, wie die Mondphasen entstehen. Auffällig ist, dass 161 von 177 Schülerinnen und Schüler bei dieser Aufgabenstellung keine Antwort notieren, während einzelne Schülerinnen und Schüler nur das Aussehen einzelner Mondphasen bzw. den Verlauf im Laufe eines Monats beschreiben (MESO2_PK_UK 7.6). Die meisten der genannten Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zeichnen sich dadurch aus, dass sie einen Teilaspekt der Entstehung der Mondphasen physikalisch richtig erklären. Beispielsweise begründen die Schülerinnen und Schüler das Entstehen der Mondphasen durch die Bewegung des Mondes um die Erde (MESO2_PK_UK 7.2). Auch die Vorstellungen, dass die Sonne nur bestimmte Teile des Mondes bestrahlt (MESO2_PK_UK 7.3) ist korrekt. Die Vorstellungen, dass der Mond mal mehr oder weniger beleuchtet wird, weil sich die relativen Positionen von Sonne und Mond zueinander verändern (MESO2_PK_UK 7.4) ist ebenso ein Teil der vollständigen, physikalischen Erklärung. Die in der Literatur häufig genannte Schattenvorstellung konnte nur einmal codiert werden (MESO2_PK_UK 7.11).

Ein Kind begründet die Entstehung der Mondphasen durch die Bewegung von Mond und Erde (MESO2_PK_UK 7.8). Andere Schülerinnen und Schüler interpretieren die Mondphasen als Phasen einer Finsternis (MESO2_PK_UK 7.5) bzw. beschreiben, dass die Mondphase von der Uhr- bzw. Tageszeit abhängt (MESO2_PK_UK 7.7).

UK	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8
# Cod.	161	2	4	1	1	4	2	1
UK	7.11							
# Cod.	1							

Tabelle 75: Anzahl der Codierungen der Vorstellungen zu den Mondphasen – ermittelt aus den schriftlichen Antworten (N=177).

9.3.4.6 Ergebnisse aus dem Concept Inventory zum Lernerfolg der Lernenden

Die Mittelwerte im Pre- und Post-Test sind für das Concept Inventory in Tabelle 76 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Ergebnisse im Post-Test signifikant höher sind als im Pre-Test (Wilcoxon-Test, $Z = 9{,}386$; $p = 0{,}000$, Effektstärke $r = 0{,}72$; starker Effekt).

Im Sinne des Design-Based Research Ansatzes soll das Material gezielt verändert werden, sodass ein höherer Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen erreicht werden kann. Daher zeigt die Tabelle 77 die Mittelwerte der einzelnen Items im Pre- und Post-Test.

	Summe Pre	Summe Post
Mittelwert	7,5349	11,866
N	172	172
Standardabweichung	4,3815	6,2370

Tabelle 76: Ergebnisse im Pre- und Post-Test des Concept Inventories im 2. Mesozyklus.

[155] Diese Vorstellung wurde nicht bei dreidimensionaler Zeichnung codiert (vgl. MESO2_PK_UK 10.6).

	Frage 1 Pre	Frage 1 Post	Frage 2a Pre	Frage 2a Post	Frage 2b Pre	Frage 2b Post	Frage 3 Pre	Frage 3 Post	Frage 4 Pre	Frage 4 Post
M	1,2442	1,7965	1,0233	1,4302	2,3081	2,2965	,7849	1,1163	,2616	,5174
N	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172
SD	1,02525	,96693	1,02571	1,03171	1,05039	1,09191	,99425	1,03074	,44080	,52397
Z	-6,199		-3,663		-0,335		-3,578		-5,777	
p	0,000		0,000		0,737		0,000		0,000	
r	0,47		0,28		x		0,27		0,44	
	Frage 5 Pre	Frage 5 Post	Frage 6 Pre	Frage 6 Post	Frage 7 Pre	Frage 7 Post	Frage 8 Pre	Frage 8 Post	Frage 9 Pre	Frage 9 Post
M	,8721	1,3953	,4477	1,0291	,0756	,2907	,0349	,1628	,0756	,5174
N	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172
SD	1,08468	1,31371	,83256	1,16693	,35883	,73136	,26259	,54848	,44602	1,11593
Z	-4,465		-5,138		-3,628		-3,314		-4,565	
p	0,000		0,000		0,000		0,001		0,000	
r	0,34		0,39		0,28		0,25		0,35	
	Frage 10 Pre	Frage 10 Post	Frage 11 Pre	Frage 11 Post	Frage 12a Pre	Frage 12a Post	Frage 12b Pre	Frage 12b Post		
M	,0930	,3779	,0814	,2093	,0000	,2093	,2326	0,5174		
N	172	172	172	172	172	172	172	172		
SD	0,46208	0,89324	0,27424	0,53237	0,00000	0,65990	0,62454	0,86838		
Z	-3,711		-2,703		-3,780		-3,774			
p	0,000		0,007		0,000		0,000			
r	0,28		0,21		0,29		0,29			

Tabelle 77: Mittelwerte der einzelnen Items im Pre- und Post-Test im 2. Mesozyklus.

Aus Tabelle 77 kann man entnehmen, dass es Items gibt, bei denen die Schülerinnen und Schüler im Mittel bereits zu Beginn der Unterrichtsreihe ein solides, physikalisch korrektes Vorwissen besitzen (z.B. Item 1, „Was passiert, wenn ein Lichtstrahl auf einen Spiegel trifft?“). Zu anderen Items (z.B. Item 8, „Wie entsteht eine Mondfinsternis?“) besitzen die Schülerinnen und Schüler dagegen kaum Vorwissen. Mit Ausnahme von Item 2b kommt es bei allen Items zu signifikanten Veränderungen mit Effektstärken von $r = 0{,}21$ bis $r = 0{,}47$. Es handelt sich somit um schwache bis mittlere Effekte nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009).

Die bisherigen Ausführungen beziehen sich auf die gesamte Lerngruppe und lassen noch keine Rückschlüsse zu, inwiefern die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Lernenden bzw. die übrigen Lernenden von der Lernumgebung aus Sicht des fachlichen Kompetenzzuwachses profitieren. Tabelle 78 zeigt daher die Unterschiede im Pre- und Post-Test bei diesen beiden Gruppen. Bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ unterscheidet sich das Vorwissen der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten 20% der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen im Pre-Test nicht signifikant von den übrigen Lernenden (Mann-Whitney-Test, $U = 1939{,}500$; $p = 0{,}055$). Der Vergleich von Pre- und Post-Test zeigt, dass es zu einem signifikanten Kompetenzanstieg zum Umgang mit Fachwissen zu grundlegenden optischen Inhalten kommt (Wilcoxon-Test, mit der ITRF ermittelten 20% Schülerinnen und Schüler: $Z = -4{,}493$; $p = 0{,}000$; Effektstärke $r = 0{,}72$; starker Effekt; die übrigen 80% Lernenden: $Z = -8{,}263$; $p = 0{,}000$; Effektstärke $r = 0{,}71$; starker Effekt).

	Summe Pre	Summe Post	Summe Pre	Summe Post
	Mit der ITRF ermittelte Schüler*innen (ca. 20%)		Die übrigen Schüler*innen (ca.80%)	
M	6,1111	10,5556	7,9118	12,2132
N	36	36	136	136
SD	4,57807	6,69091	4,26262	6,08995

Tabelle 78: Ergebnisse des Leistungstests differenziert nach den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden.

Die durchgeführte Mixed-ANOVA mit den transformierten Rangdaten (Rank-Transform-Test) weist ebenfalls nach, dass die Lernenden mit den stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und die übrigen Schülerinnen und Schüler aus Sicht des Kompetenzzuwachses gleichermaßen ähnlich von der Lernumgebung profitieren, weil die Interaktionseffekte sich vom Pre- zum Post-Test nicht signifikant unterschiedlich verändern (Interaktionseffekt: $F = 0{,}758$; $df = 1$; $p = 0{,}385$); vgl. auch Abbildung 51.

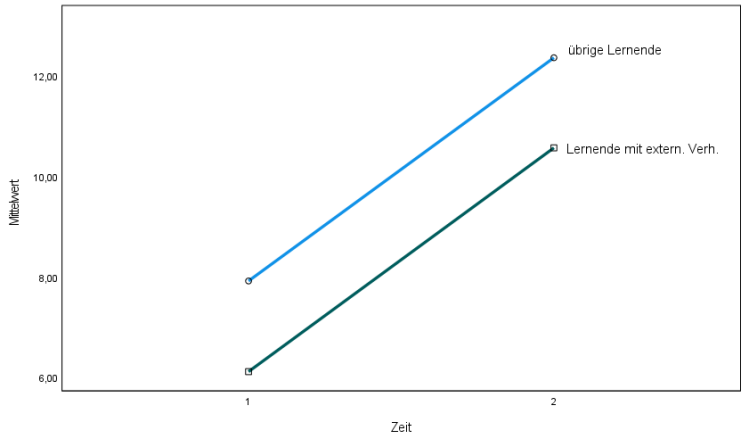


Abbildung 51: Veränderungen in der Gesamtpunktzahl vom Pre- zum Post-Test für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 2. Mesozyklus.

9.3.4.7 Veränderung der Schülervorstellungen durch die Lernumgebung

Aus den im letzten Abschnitt genannten Mittelwertunterschieden im Pre- und Post-Test lässt sich erkennen bei welchen Items bzw. Inhalten die Lernenden Probleme hatten bzw. wo der Kompetenzzuwachs nicht ausreichend ist. Gleichzeitig lassen die Mittelwertunterschiede keine bzw. kaum Rückschlüsse auf mögliche Änderungen am Design zu. Daher werden in diesem Abschnitt zusätzlich die Daten qualitativ ausgewertet, wobei die Pre- und Post-Vorstellungen verglichen werden sollen. Das verstärkte Auftreten falscher Vorstellungen im Vergleich von Pre- zu Post-Daten sollen als Ausgangspunkt für mögliche Veränderungen am Design genutzt werden. Dabei sollen aus ökonomischen Gründen bei der Entwicklung vom 1. Re-Design zum 2. Re-Design nicht alle Inhalte überarbeitet werden. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus dem letzten Abschnitt, aber auch unter Berücksichtigung der Bezüge zwischen den Items, wurden die Inhalte Reflexion und Streuung bzw. der Unterscheidung der beiden Phänomene, sowie den Phänomenen Schatten, Sonnen- und Mondfinsternis und Mondphasen für Veränderungen vom 1. Re-Design zum 2. Re-Design ausgewählt. Entsprechend werden in diesem

Abschnitt nur die Items 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9 und 10 berücksichtigt. Es werden nur diejenigen Schülerinnen und Schüler betrachtet, bei denen Daten im Pre- und Post-Test vorliegen.

Wie beim Pre-Test wurden für diese Items 20% der Daten von einem zweiten Codierer erneut kategorisiert. Die Interrater-Übereinstimmung nach Holsti (1969) beträgt für den Pre-Test 0,96 und für den Post-Test 0,95.

Auch wenn im Pre-Test bereits bis auf 39 Schülerinnen und Schülern beschreiben konnten, dass Spiegel Licht *umlenken* können bzw. wieder abgeben (MESO2_PK_UK 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.6, 1.10, 1.11, 1.14, 1.15 – für nähere Details siehe Abschnitt 9.3.4.5), nennen im Post-Test nur 18 Schülerinnen und Schüler, keine Aussage, die sich direkt auf ein *Umlenken* am Spiegel beziehen. Insbesondere konnte die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die den Fachbegriff *Reflexion* korrekt verwenden, von 23 auf 49 erhöht werden, wobei noch immer 16 Schülerinnen und Schüler (im Pre-Test ebenfalls 16 Lernende) den Begriff falsch verwenden, d.h. bei dem Begriff *Reflexion* – nachgewiesen durch die Zeichnung – nicht den Zusammenhang von Einfalls- und Ausfallswinkel berücksichtigen. Ferner berücksichtigen allgemein eine Vielzahl an Lernenden nicht die Winkelabhängigkeit (vgl. insbesondere MESO2_PK_UK 1.3 und MESO2_PK_UK 1.4). Die Präkonzepte MESO2_PK_UK 1.8, MESO2_PK_UK 1.9, MESO2_PK_UK 1.11 und MESO2_PK_UK 1.12 wurden im Post-Test nicht mehr codiert. Darüber hinaus hat sich eine zusätzliche Vorstellung ergeben: Ein Kind beschreibt, dass der Spiegel beleuchtet wird (MESO2_PK_UK 1.17).

UK	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
# Pre	44	23	26	16	29	15	2	(x)	3
# Post	56	49	22	16	13	3	2	x	x
UK	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	
# Pre	3	2	2	2	2	1	2	x	
# Post	1	x	x	2	3	1	3	1	

Tabelle 79: Anzahl der Codierungen zur Reflexion am ebenen Spiegel im Pre- und Post-Test (N=172).[156]

Auch bei der Frage zur Streuung an weißen Flächen kommt es zu Veränderungen in den Vorstellungen vom Pre- zum Post-Test. Weil sowohl im Pre- als auch im Post-Test einzelne Lernende mehrere Unterkategorien genannt haben, werden an dieser Stelle jeweils Prozentwerte anstatt der Rohwerte präsentiert. Die Anzahl an Codierungen für die einzelnen Unterkategorien findet man in Tabelle 80.

Während im Pre-Test lediglich 11,7% der Lernenden (bezogen auf die Gruppe von 172 Schülerinnen und Schülern, bei denen Daten im Pre- und Post-Test vorliegen) die korrekte Vorstellung haben, liegt am Ende der Implementation bei 29,0% der Lernenden diese Vorstellung vor. Dabei ist zu beachten, dass die Lernenden häufig den Begriff Reflexion zur Beschreibung des Phänomens verwenden. Die ebenfalls häufig vorkommenden Vorstellungen MESO2_PK_UK 6.2 und MESO2_PK_UK 6.3 werden im Pre- und Post-Test von ähnlich vielen Schülerinnen und Schülern genannt. Die Unterkategorien MESO2_PK_UK 6.7, 6.9, 6.10, 6.14, 6.15 sind ebenfalls im Pre- und Post-Test ähnlich ausgeprägt. Bei der Unterkategorie MESO2_PK_UK 6.13 (Die Fläche blendet), welche ebenfalls auf das Umlenken von Licht durch die Fläche hindeutet, verdreifacht sich in etwa

[156] In der reduzierten Stichprobe von den Lernenden, bei denen Daten im Pre- und Post-Test vorliegen, wurde Kategorie MESO2_PK_UK 1.8 nicht codiert. Diese Aussage wurde von einem der übrigen Lernenden getätigt, von dem kein Post-Test vorliegt. Daher wurde als Symbol (x) genutzt.

die Anzahl an Codierungen. Andere Codierungen (MESO2_PK_UK 6.6, 6.8, 6.11, 6.12) kommen im Post-Test nicht mehr vor.

UK	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7
# Pre	49,7%	16,8%	6,2%	3,9%	11,7%	0,56%	2,2%
# Post	19,7%	18,6%	6,0%	4,4%	29,0%	0,5%	3,3%
UK	6.8	6.9	6.10	6.11	6.12	6.13	6.14
# Pre	0,6%	2,2%	1,7%	0,6%	0,6%	1,7%	1,1%
# Post	x	2,2%	3,3%	x	x	4,4%	1,7%
UK	6.15	6.16	6.17	6.18	6.19		
# Pre	0,6%	x	x	x	x		
# Post	1,1%	2,7%	1,6%	1,1%	0,6		

Tabelle 80: Anzahl der Codierungen für die Streuung an weißen Flächen im Pre- und Post-Test (N=172).[157] Prozentuale Angaben zur Vergleichbarkeit gerundet auf eine Nachkommastelle.

Gleichzeitig werden von den Lernenden Vorstellungen im Post-Test genannt, welche im Pre-Test nicht vorlagen. Diese Vorstellungen sind:

- MESO2_PK_UK 6.16: Die weiße Fläche verschluckt das Licht.
- MESO2_PK_UK 6.17: Das Licht ist nicht bzw. kaum sichtbar.
- MESO2_PK_UK 6.18: Man sieht Streifen.

Dabei ist insbesondere auffällig, dass der korrekte Fachbegriff *Streuung* lediglich von einem Kind genannt wird (MESO2_PK_UK 6.19).

In den Unterkategorien zur Oberkategorie 1 wurde bereits deutlich, dass der Fachbegriff *Reflexion* nicht von allen Lernenden verwendet wird und insbesondere auch falsch genutzt wird (vgl. insbesondere MESO2_PK_UK 1.4). Gleichzeitig wurde der Fachbegriff *Reflexion* auch für den Streuvorgang genutzt (vgl. auch MESO2_PK_UK 4.2) bzw. der Fachbegriff Streuung wird bis auf eine Ausnahme nicht genannt (MESO2_PK_UK 6.20). In Item 4 wurden die Lernenden insbesondere nach den Fachbegriffen *Reflexion*, *Streuung* und *Absorption* befragt, sodass sich dieses Item eignet, um die Verwendung der jeweiligen Fachbegriffe der Lernenden zu prüfen. Die Begriff *Streuung* und *Reflexion* wurden im Post-Test nur einmal gemeinsam korrekt verwendet (MESO2_PK_UK 4.8).

UK	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8
# Pre	35	8	1	5	121	1	1	x
# Post	57	26	2	7	77	1	1	1

Tabelle 81: Anzahl der Codierungen zur Verwendung des Fachbegriffs Reflexion in Item 4 (N=172).

Wie bereits im Pre-Test wird der Fachbegriff der *Reflexion* dagegen häufig verwendet, wobei im Post-Test 44 Lernende mehr den Begriff verwenden. Während im Pre-Test 35 Schülerinnen und Schüler den Begriff *Reflexion* nur an der richtigen Stelle nennen, gelingt dies im Post-Test 57 Schülerinnen und Schülern. Gleichzeitig wird der Begriff *Reflexion* von 26 Schülerinnen und Schülern sowohl für Spiegel als auch für weiße Flächen genutzt.

[157] Im Pre-Test nennt ein Kind zwei Vorstellungen. Im Post-Test nennen 10 Kinder zwei Vorstellungen.

Auch in anderen Fällen (MESO2_PK_UK 4.3, 4.4, 4.6, 4.7) kommt es zu einer falschen Verwendung des Fachbegriffs *Reflexion*.

Die Schattenentstehung ist ein zentrales Phänomen für den Physik- bzw. NW-Unterricht der Orientierungsstufe. Bereits im Pre-Test konnten eine Reihe an Präkonzepten der Lernenden codiert werden. Während im Pre-Test 64 Lernende keine Vorstellung geäußert haben, trifft die im Post-Test nur noch auf 37 Schülerinnen und Schüler zu. Besonders populär im Post-Test sind – wie auch schon im Pre-Test –die Vorstellungen

- MESO2_PK_UK 3.2: Der Schatten entsteht dadurch, weil kein Licht hinter dem Holzklotz ist. Dabei wird keine Erklärung für das fehlende Licht gegeben (von 20 auf 33 Codierungen).
- MESO2_PK_UK 3.5: Weil die Lichtquelle den Gegenstand beleuchtet.
- MESO2_PK_UK 3.6: Der Schatten entsteht, weil der Gegenstand nur aus einer Richtung beleuchtet wird (von 11 auf 15 Codierungen).
- MESO2_PK_UK 3.7: Der Schatten entsteht dadurch, dass das Licht nicht durch den Holzklotz hindurch kommt (von 35 auf 40 Codierungen). Die Begründung hierfür wird nur von 3 Lernenden genannt (MESO2_PK_UK 3.8).

Auch die physikalisch korrekte Vorstellung, dass das Licht nicht durch den Holzklotz hindurchscheinen kann, gleichzeitig jedoch neben dem Holzklotz verläuft, wird im Post-Test von 7 Schülerinnen und Schülern genannt (MESO2_PK_UK 3.11; im Pre-Test 3 Lernende).

Während einzelne Vorstellungen im Post-Test nicht mehr codiert wurden (MESO2_PK_UK 3.4, 3.13, 3.14, 3.15), konnten neue Vorstellungen in den Aussagen der Lernenden gefunden werden. Diese Vorstellungen sind:

- MESO2_PK_UK 3.16: Weil sich das Licht geradlinig ausbreitet.
- MESO2_PK_UK 3.17: Es wird sehr warm bzw. es gibt Feuer.
- MESO2_PK_UK 3.18: Das Licht scheint hinter den Holzklotz.
- MESO2_PK_UK 3.19: Weil das Licht stärker ist als der Holzklotz.

Die drei erstgenannten Vorstellungen wurden jeweils einmal codiert; MESO2_PK_UK 3.19 zweimal.

UK	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
# Pre	64	20	2	2	16	11	35	1	4	2
# Post	37	33	4	x	16	15	40	3	5	6
UK	3.11	3.12	3.13	3.14	3.15	3.16	3.17	3.18	3.19	
# Pre	3	9	1	1	1	x	x	x	x	
# Post	7	1	x	x	x	1	1	1	2	

Tabelle 82: Anzahl der Codierungen zur Schattenentstehung im Pre- und Post-Test (N=172).

Auch bei den Vorstellungen zum Entstehen einer Sonnen- bzw. Mondfinsternis kommt es zu Veränderungen in der Lernumgebung. Im Post-Test formulieren lediglich 37 Schülerinnen und Schüler keine Vorstellung zum Entstehen einer Sonnenfinsternis – im Pre-Test waren es noch 79 Lernende (MESO2_PK_UK 5.1). Dabei verringert sich die Anzahl der Codierungen der Vorstellung vom Mond, der sich vor die Sonne schiebt von 59

auf 39 (MESO2_PK_UK 5.2), wobei gleichzeitig ein Anstieg der physikalisch gewünschten Vorstellung von Sonne, Erde und Mond auf einer Linie in der Reihenfolge Sonne – Mond – Erde von 13 auf 58 Codierungen erfolgt (MESO2_PK_UK 5.3).

Gleichzeitig kommt es zu einem Anstieg von 3 auf 9 Codierungen in der Unterkategorie, dass sich bei einer Sonnenfinsternis die Sonne vor den Mond schiebt (MESO2_PK_UK 5.6) und der Vorstellung, dass sich etwas – z.B. ein Planet – vor die Sonne schiebt. Auch die Vorstellung, dass sich die Erde bei einer Sonnenfinsternis zwischen Sonne und Mond befindet – was die Erklärung für die Mondfinsternis ist – wird im Post-Test häufiger genannt (MESO2_PK_UK 5.8). Während einige der Vorstellungen aus dem Pre-Test im Post-Test nicht mehr genannt worden sind (MESO2_PK_UK 5.5, 5.9, 5.11), ergeben sich im Post-Test auch neue Vorstellungen:

- MESO2_PK_UK 5.12: Die Sonne befindet sich bei einer Sonnenfinsternis zwischen Erde und Mond.
- MESO2_PK_UK 5.13: Die Sonnenfinsternis entspricht der Tageszeit Nacht.
- MESO2_PK_UK 5.14: Die Sonnenfinsternis als Mondphase.
- MESO2_PK_UK 5.15: Bei einer Sonnenfinsternis stehen sich Sonne und Mond gegenüber.

UK	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8
# Pre	79	59	13	11	1	3	2	1
# Post	37	39	58	4	x	9	8	5
UK	5.9	5.10	5.11	5.12	5.13	5.14	5.15	
# Pre	1	1	1	x	x	x	x	
# Post	x	1	x	8	1	1	1	

Tabelle 83: Anzahl der Codierungen bei der Erklärung einer Sonnenfinsternis im Pre- und Post-Test (N=172)

Auch zur Mondfinsternis formulieren viel mehr Schülerinnen und Schüler im Post-Test eine Vorstellung im Vergleich zum Pre-Test (MESO2_PK_UK 9.1 – von 118 Nicht-Nennungen zu 54 Nicht-Nennungen) und die physikalisch korrekte Vorstellung MESO2_PK_UK 9.3 – Sonne, Erde und Mond befinden sich in dieser Reihenfolge auf einer Linie – wird im Post-Test von mehr Schülerinnen und Schülern formuliert (3 Lernende im Pre-Test; 34 Lernende im Post-Test). Gleichzeitig treten aber auch falsche Vorstellungen von der Reihenfolge von Sonne, Erde und Mond bei einer Mondfinsternis häufiger auf. Die Reihenfolge Erde, Sonne, Mond wird von 17 Lernenden im Post-Test genannt (MESO2_PK_UK 9.5; im Pre-Test zwei Lernende) und die Reihenfolge Sonne, Mond, Erde formulieren ebenfalls 17 Schülerinnen und Schüler (MESO2_PK_UK 9.6; im Pre-Test ebenfalls zwei Lernende). Dabei ist zu beachten, dass es sich bei MESO2_PK_UK 9.6 eher um die Erklärung für eine Sonnenfinsternis handelt. Auch formulieren mehr Lernende, dass sich bei einer Mondfinsternis der Mond vor die Sonne schiebt, was ebenfalls der Erklärung für eine Sonnenfinsternis entspricht (MESO2_PK_UK 9.4).

Die falsche Vorstellung, dass sich die Sonne vor den Mond schiebt wird im Pre- und Post-Test ähnlich häufig codiert. Während einzelne Vorstellungen aus dem Pre-Test im Post-Test nicht mehr formuliert werden (MESO2_PK_UK 9.8, 9.12, 9.13), ergaben sich im Post-Test zusätzlich neue Vorstellungen, welche jedoch maximal zweimal codiert wurden:

- MESO2_PK_UK 9.15: Ein Planet kommt vor einen Planeten.

- MESO2_PK_UK 9.16: Die Mondfinsternis wird mit dem Tag gleichgesetzt, weil hier (angeblich) der Mond nicht zu sehen ist.
- MESO2_PK_UK 9.17: Ein Planet (z.B. Jupiter) schiebt sich vor den Mond.
- MESO2_PK_UK 9.18: Der Mond kommt vor die Erde.

UK	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9
# Pre	118	27	3	4	2	2	7	3	1
# Post	54	26	34	13	17	17	1	x	1
UK	9.10	9.11	9.12	9.13	9.14	9.15	9.16	9.17	9.18
# Pre	1	1	1	1	1	x	x	x	x
# Post	2	1	x	x	1	1	1	2	1

Tabelle 84: Anzahl der Codierungen bei der Erklärung einer Mondfinsternis im Pre- und Post-Test (N=172).

Auch beim Inhalt Mondphasen kommt es zu Veränderungen in den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler. Die mit den Items 7 und 10 gemessenen Veränderungen in den Vorstellungen werden getrennt voneinander beschrieben: In Item 7 wurden die Lernenden gefragt, wie die Mondphasen entstehen. Während im Pre-Test 156 Schülerinnen und Schüler keine Vorstellungen zum Entstehen der Mondphasen geäußert haben, trifft dies im Post-Test noch auf 84 Lernende zu. Ansonsten sind die geäußerten Vorstellungen im Post-Test weitaus vielfältiger als im Pre-Test, was sich insbesondere darin zeigt, dass zehn zusätzliche Vorstellungen codiert werden konnten. Diese Vorstellungen sind

- MESO2_PK_UK 7.9: Ein Planet – nicht die Erde – schiebt sich vor den Mond.
- MESO2_PK_UK 7.10: Bestimmte Mondphasen (z.B. der Vollmond) werden unter Nennung der jeweiligen Phase begründet.
- MESO2_PK_UK 7.12: Die Sonne bestrahlt den Mond, wobei keine Aussage über die Größe der beleuchteten Fläche getroffen wurde.
- MESO2_PK_UK 7.13: Die Mondphasen entstehen dadurch, dass Licht auf die Erde trifft.
- MESO2_PK_UK 7.14: Etwas – es wird nicht beschrieben was – schiebt sich vor den Mond.
- MESO2_PK_UK 7.15: Erde, Mond und Sonne treffen bei den Mondphasen aufeinander.
- MESO2_PK_UK 7.16: Die Mondphasen entstehen dadurch, dass die Sonne den Mond teilweise verdeckt.
- MESO2_PK_UK 7.17: Der Mond wird unterschiedlich beleuchtet, wobei keine Erklärung für die unterschiedliche Beleuchtung gegeben wird.
- MESO2_PK_UK 7.18: Die Position der Sonne – Erde und Mond werden nicht genannt – spielt eine Rolle.
- MESO2_PK_UK 7.19: Die Sonne dreht sich um den Mond.

Die stärksten Anstiege von Pre- und Post-Test bezogen auf die einzelnen Unterkategorien findet man bei MESO2_PK_UK 7.5 (Mondphasen als Phasen einer Mondfinsternis) und MESO2_PK_UK 7.6 (Die Lernenden beschreiben ohne näher darauf einzugehen, was Mondphasen sind). Auch bei der richtigen Vorstellung zur Entstehung der Mondphasen (MESO2_PK_UK 7.9) kommt es zu einem Anstieg (von 1 Codierung auf 8 Codierungen).

Die in der Literatur häufig genannte Erdschattenvorstellung konnte im Post-Test mit 3 Codierungen ebenfalls gefunden werden (MESO2_PK_UK 7.11).

UK	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10
# Pre	156	2	4	1	1	4	2	1	x	x
# Post	84	4	7	8	10	29	5	x	1	1
UK	7.11	7.12	7.13	7.14	7.15	7.16	7.17	7.18	7.19	
# Pre	1	x	x	x	x	x	x	x	x	
# Post	3	7	1	1	1	4	4	1	1	

Tabelle 85: Anzahl der Codierungen zum Entstehen der Mondphasen im Pre- und Post-Test (N=172).

UK	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7
# Pre	85	11	14	1	10	1	10
# Post	33	5	29	1	22	4	20
UK	10.8	10.9	10.10	10.11	10.12	10.14	
# Pre	6	8	1	10	10	5	
# Post	17	7	4	10	5	15	

Tabelle 86: Anzahl der Codierungen zum Entstehen eines Halbmonds im Pre- und Post-Test (N=172).

Bei der Frage zur Position von Sonne, Erde und Mond bei einem Halbmond, welche zeichnerisch beantwortet werden sollte, skizzieren im Post-Test nur noch 33 Schülerinnen und Schüler keine Vorstellung. Während ein Teil der falschen Vorstellungen im Post-Test seltener vorkommt (Der Mond schiebt sich bei einem Halbmond hinter die Sonne, MESO2_PK_UK 10.2)[158], steigt die Anzahl der Codierungen der übrigen Kategorien – mit Ausnahme von MESO2_PK_UK 10.4 – jeweils an. Dies trifft sowohl auf die korrekte Vorstellung MESO2_PK_UK 10.8 (von 6 auf 17 Codierungen; vgl. auch MESO2_PK_UK 7.9), als auch auf die falschen Vorstellungen zu: Beispielsweise erhöht sich die Anzahl der Schülerinnen und Schülern, welche den Grund für die Mondphasen im Erdschatten sehen (MESO2_PK_UK 10.5; vgl. auch MESO2_PK_UK 7.11). Auch andere Vorstellungen lassen sich sowohl in den Texten zu Item 7 und Zeichnungen zu Item 10 finden: Die Unterkategorien MESO2_PK_UK 10.3, 10.6 und 10.7 stellen jeweils Bezüge zu Finsternissen her. In allen diesen Kategorien kommt es ebenfalls zu einem Anstieg an Codierungen.

9.3.4.8 Ergebnisse zur Lehrereinschätzliste

Im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung spielt neben dem Erwerb akademischer Kompetenzen auch der Entwicklungsauftrag in der Lernumgebung – insbesondere die Förderung von Kooperation und Selbstständigkeit – eine entscheidende Rolle.

Die mittleren Summenscores aus den Daten der LSL (Petermann & Petermann, 2003) wurden entsprechend dem Manual (ebd.) in T-Werte umgeformt. Tabelle 87 zeigt die

[158] Die Unterkategorien MESO2_PK_UK 10.9 (Nicht interpretierbar) und MESO2_PK_UK 10.12 (es werden nicht alle relevanten Himmelkörper gezeichnet) verzeichnen ebenfalls eine Verringerung der Codierungen.

mittleren T-Werte. Die Mittelwertveränderungen inklusive Fehlerbalken sind zusätzlich in Abbildung 52 bis Abbildung 57 graphisch dargestellt.

Skala:	N	M (Pre-Test)	SD (Pre-Test)	M (Post-Test)	SD (Post-Test)
Sozialverhalten					
KP	43	41,14	6,742	45,37	7,798
E+H	44	42,89	6,222	46,00	7,610
SK	44	40,20	7,822	46,00	8,491
Lernverhalten					
A+A	43	39,35	7,034	44,95	9,393
KO	44	40,07	6,493	44,77	8,152
S	44	41,23	6,884	44,57	7,831

Tabelle 87: Mittlere T-Werte im Pre- und Post-Test für die Skalen KP, E+H, SK, A+A, KO, S.[159]

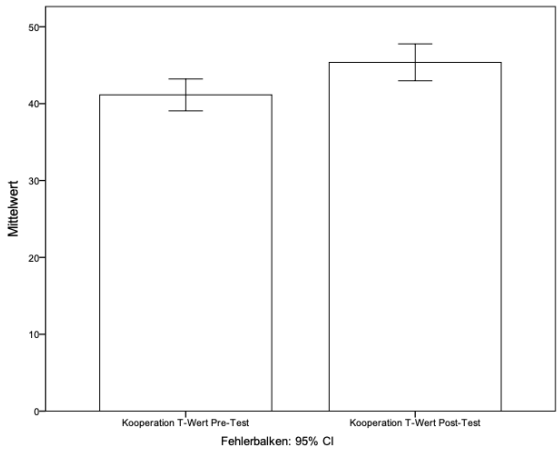


Abbildung 52: Kooperation im Pre- und Post-Test.

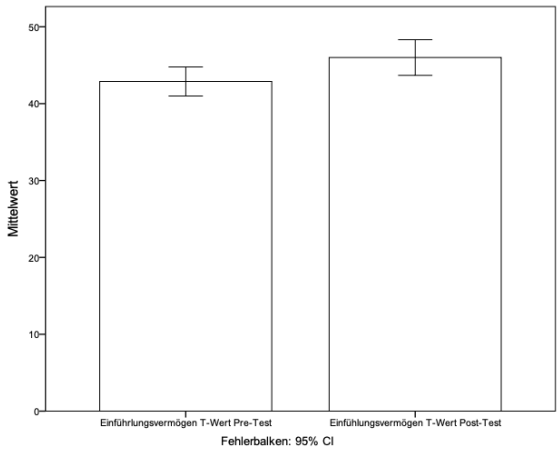


Abbildung 53: Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft im Pre- und Post-Test.

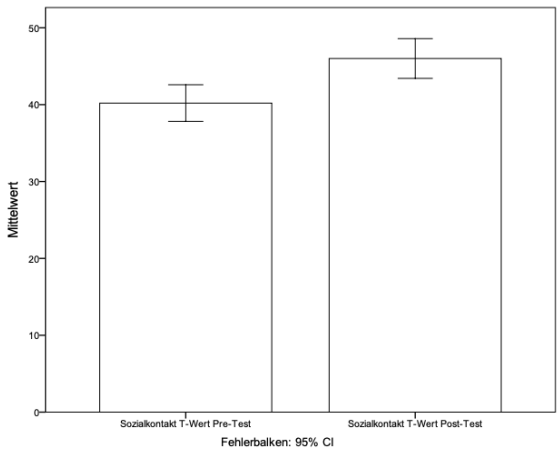


Abbildung 54: Sozialkontakt im Pre- und Post-Test.

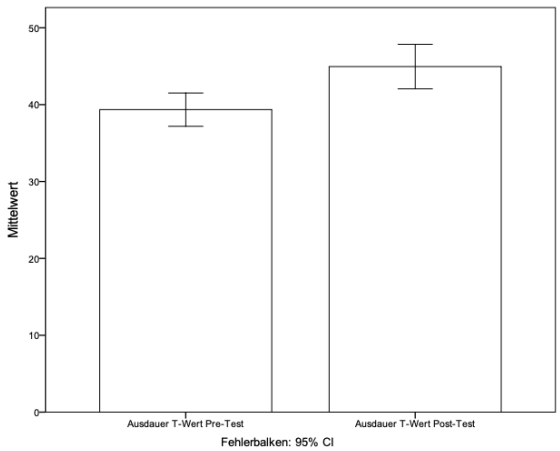


Abbildung 55: Ausdauer im Pre- und Post-Test.

[159] Es liegen insgesamt Daten zu 46 Schülerinnen und Schülern vor. Bei den Skalen KP, E+H, SK und A+A konnten bei einzelnen Schülerinnen und Schüler der Rohwert nicht in den T-Wert übertragen werden, weil für einen derart geringen Wert kein T-Wert im Manual (Petermann & Petermann, 2013) zur Verfügung gestellt wird.

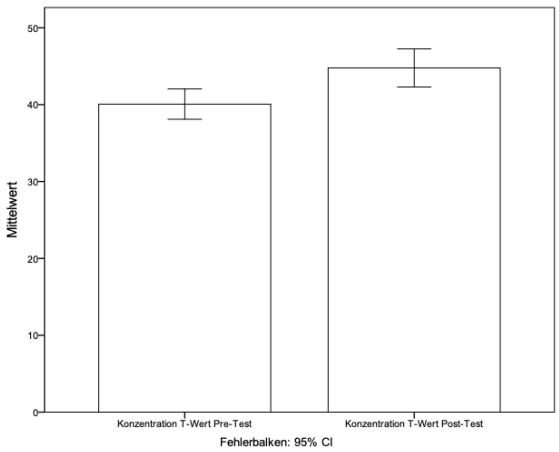


Abbildung 56: Konzentration im Pre- und Post-Test.

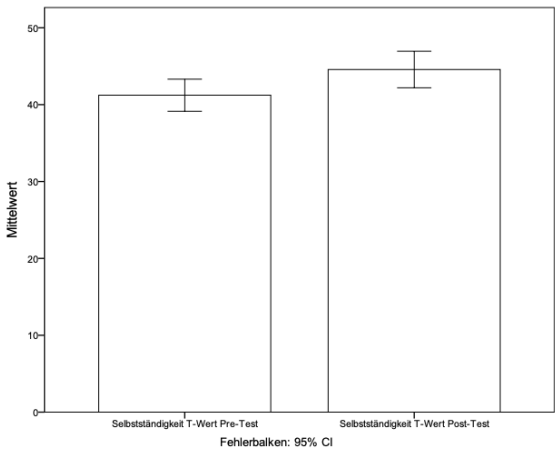


Abbildung 57: Selbstständigkeit im Pre- und Post-Test.

Bei den Skalen des Sozialverhaltens Kooperation (KP), Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft (E+H) und Sozialkontakt (SK) ist der Mittelwert im Post-Test jeweils signifikant höher als im Pre-Test (Wilcoxon-Test: KP: $Z = -3{,}392$; $p = 0{,}001$; E+H: $Z = -2{,}626$; $p = 0{,}009$; SK: $Z = -3{,}694$; $p = 0{,}000$). Die Effektstärken liegen bei $0{,}52$ (KP), $0{,}40$ (E+H) und $0{,}56$ (SK), sodass es sich nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) um mittlere bzw. starke Effekte handelt.

Ähnlich Ergebnisse zeigen sich auch bei den Skalen zum Lern- und Arbeitsverhalten. Sowohl die Skalen Aufmerksamkeit und Ausdauer (A+A), Konzentration (KO) und Selbstständigkeit (S) weisen signifikante Unterschiede im Pre- und Post-Test auf (Wilcoxon-Test: A+A: $Z = -3{,}803$; $p = 0{,}000$; KO: $Z = -3{,}696$; $p = 0{,}000$; S: $Z = -3{,}005$; $p = 0{,}003$). Die Effektstärken liegen bei $0{,}58$ (A+A), $0{,}56$ (KO) und $0{,}45$ (S), sodass es sich nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) ebenso um mittlere bzw. starke Effekte handelt.

Bestimmte Items in der LSL (Petermann & Petermann, 2003) zeichnen sich durch einen starken Bezug zu den Zielen der Lernumgebung aus. Wie im 1. Mesozyklus werden diese Items zusätzlich einzeln betrachtet (vgl. Tabelle 88). Bei allen Items ist der erreichte Mittelwert im Post-Test höher als im Pre-Test. Im Bereich Sozialverhalten sind die Unterschiede von Pre- und Post-Test bei den Items 1, 3, 4 und 17 signifikant (Wilcoxon-Test: Item 1: $Z = -3{,}572$; $p = 0{,}000$; Item 2: $Z = -1{,}955$; $p = 0{,}051$; Item 3: $Z = -2{,}353$; $p = 0{,}019$; Item 4: $Z = -2{,}129$; $p = 0{,}033$; Item 5: $Z = -1{,}301$; $p = 0{,}193$; Item 16: $Z = -1{,}524$; $p = 0{,}128$; Item 17: $Z = -2{,}048$; $p = 0{,}041$; Item 30: $Z = -1{,}706$; $p = 0{,}088$). Bei den signifikanten Unterschieden liegen die errechneten Effektstärken zwischen $0{,}29$ (Item 2) und $0{,}53$, wobei die höchste Effektstärke beim Item 1 („Arbeitet mit anderen in einer Gruppe zusammen“) erreicht wird. Somit liegen je nach Item sowohl kleine, mittlere, als auch starke Effekte (Cohen, 1992; Bühner & Ziegler, 2009) vor.

Die Unterschiede bei den berücksichtigten Items 31, 41 und 42 zum Lern- und Arbeitsverhalten sind alle ebenso signifikant (Wilcoxon-Test: Item 31: $Z = -2{,}226$; $p = 0{,}026$; Item 41: $Z = -2{,}615$; $p = 0{,}009$; Item 42: $Z = -2{,}646$; $p = 0{,}008$). Die Effektstärken liegen zwischen $0{,}33$ und $0{,}39$, d.h. es handelt sich um mittlere Effekte nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009).

Item	Aussage	Skala N=46	M Pre	SD Pre	M Post	SD Post
Sozialverhalten						
1	Arbeitet mit anderen in einer Gruppe zusammen.	KO	1,33	0,732	1,83	0,825
2	Zeigt Freude am gemeinsamen Tun.	KO	1,48	0,781	1,78	0,841
3	Lässt fremde Beiträge gelten.	KO	1,52	0,691	1,80	0,806
4	Schließt Kompromisse.	KO	1,46	0,657	1,70	0,726
5	Akzeptiert gemeinsame Ziele.	KO	1,61	0,649	1,76	0,736
16	Erkennt, wenn andere Hilfe brauchen.	E+H	1,46	0,721	1,65	0,849
17	Hilfe aus eigener Initiative.	E+H	1,35	0,737	1,63	0,853
30	Will zu einer Gruppe gehören.	SK	2,00	0,699	2,15	0,729
Lernverhalten						
31	Arbeitet ohne ständige Rückmeldung / Hilfe.	A+A	1,13	0,718	1,43	1,003
41	Führt eine Aufgabe vollständig allein aus.	S	1,11	0,706	1,42	0,834
42	Holt nur Hilfe, wenn dies die Aufgabe erfordert.	S	1,11	0,706	1,41	0,777

Tabelle 88: Einzelne Items aus der LSL (Petermann & Petermann, 2013), welche die größte Relevanz im Hinblick auf das Forschungsprojekt aufweisen im 2. Mesozyklus.

9.3.4.9 (Quantitative) Ergebnisse zur sozialen Integration der Lernenden (Soziometrie und FEESS 5-6)

In diesem Abschnitt werden zunächst die gewonnenen Ergebnisse aus der soziometrischen Erhebung präsentiert. Dabei werden die Ergebnisse bezogen auf der Klassen- und Kleingruppenebene vorgestellt. Es werden sowohl die erhaltenen Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen, als auch die abgegebenen Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen analysiert. Anschließend werden die ermittelten Daten aus dem FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) präsentiert.

Die Mittelwertunterschiede und Standardabweichungen für den Pre- und Post-Test (vgl. Tabelle 89) bei den Ablehnungen und Wahlen sind signifikant (Wilcoxon-Test: Ablehnung: $Z = -5{,}592; p = 0{,}000$; Wahlen: $Z = -5{,}311; p = 0{,}000$) mit Effektstärken von $0{,}40$ (Verringerung der Ablehnungen) und $0{,}38$ (Zunahme der Wahlen). Die Unterschiede in den Nicht-Nominierungen sind nicht signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}040; p = 0{,}968$).

Experimentier-partner	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	193	193	193	193	193	193
M	0,2860	0,2847	0,3989	0,3397	0,3131	0,3756
SD	0,15874	0,15279	0,20058	0,20569	0,15857	0,20206

Tabelle 89: Im Mittel erhaltene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von der Lerngruppe im 2. Mesozyklus.

Neben den Effekten bezogen auf die gesamte Lerngruppe interessieren auch die Effekte auf die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden. Tabelle 90 zeigt die Mittelwerte und

Standardabweichungen der Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen für diese beiden Gruppen.

Im Pre-Test unterscheiden sich die Nicht-Nominierungen und die Ablehnungen der beiden Gruppen signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: Nicht-Nominierungen: $U = 2281{,}500$; $p = 0{,}009$; Ablehnungen: $U = 1964{,}000$; $p = 0{,}000$), wobei die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) weniger Nicht-Nominierungen und mehr Ablehnungen erhalten. Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ ist der Unterschied in den Wahlen nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $U = 2495{,}500$; $p = 0{,}051$).

Schüler*innen mit externalisierendem Verhalten (20%)	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	41	41	41	41	41	41
M	0,2258	0,2288	0,5005	0,4421	0,2737	0,3291
SD	0,14283	0,15999	0,18566	0,2371	0,15156	0,22449
Die übrigen Lernenden (80%)	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	152	152	152	152	152	152
M	0,3022	0,2998	0,3714	0,3121	0,3237	0,3881
SD	0,15899	0,14773	0,19612	0,18799	0,15922	0,19447

Tabelle 90: Erhaltene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von den Lernenden der Lerngruppe für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 2. Mesozyklus.

Im Vergleich von Pre- und Post-Test zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) signifikant weniger Ablehnungen im Post-Test erhalten (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}469$; $p = 0{,}014$). Die Effektstärke beträgt $0{,}39$, sodass es sich um einen mittleren Effekt nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) handelt. Die Veränderungen in den Wahlen bzw. Nicht-Nominierungen sind nicht signifikant unterschiedlich (Wilcoxon-Test: Wahlen: $Z = -1{,}729$; $p = 0{,}084$; Nicht-Nominierungen: $Z = -0{,}154$; $p = 0{,}878$).

Für die übrigen Lernenden (80%) sind die Verringerung an Ablehnungen und die Erhöhung an Wahlen signifikant (Wilcoxon-Test: Ablehnungen: $Z = -4{,}970$; $p = 0{,}000$; Wahlen: $Z = -5{,}125$; $p = 0{,}000$) – die Nicht-Nominierungen verändern sich nicht signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}128$; $p = 0{,}898$). Die Effektstärke für die Verringerung an Ablehnungen beträgt 0,40 (mittlerer Effekt); die Effektstärke für die Erhöhung der Wahlen beträgt $0{,}42$ (mittlerer Effekt).

In einem nächsten Schritt werden die erhaltenen Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von den Mitgliedern der jeweiligen Kleingruppe präsentiert. Die Mittelwerte und Standardabweichungen sind in Tabelle 91 dargestellt.

Die mittlere Verringerung der Ablehnungen und der mittlere Anstieg an Wahlen sind jeweils signifikant (Wilcoxon-Test: Ablehnung: $Z = -3{,}053$; $p = 0{,}002$; Wahlen: $Z = -4{,}016$; $p = 0{,}000$) mit Effektstärken von $0{,}23$ (Ablehnung; kleiner Effekt) bzw. $0{,}30$

(Wahlen, mittlerer Effekt). Die Veränderung in den Nicht-Nominierungen ist nicht signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}978$; $p = 0{,}328$).

Experimentier-partner	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	185	185	185	185	185	185
M	0,2500	0,2315	0,4360	0,3464	0,3140	0,4221
SD	0,26566	0,28432	0,31029	0,31996	0,23028	0,31152

Tabelle 91: Erhaltene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von den Lernenden der Kleingruppe im 2. Mesozyklus. [160]

Schüler*innen mit externalisierendem Verhalten (20%)	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	41	41	41	41	41	41
M	0,0447	0,2073	0,6138	0,4309	0,3415	0,3618
SD	0,12374	0,29233	0,25803	0,36319	0,20565	0,33676
Die übrigen Lernenden (80%)	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	144	144	144	144	144	144
M	0,3084	0,2384	0,3854	0,3223	0,3061	0,4392
SD	0,26647	0,28266	0,30597	0,30364	0,23690	0,30299

Tabelle 92: Erhaltene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von den Mitgliedern der Kleingruppe für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 2. Mesozyklus.

Tabelle 92 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen von den Mitgliedern der Kleingruppe, wobei erneut zwischen den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und den übrigen Lernenden (80%) unterschieden wird.

Wie aufgrund der Gruppeneinteilung zu erwarten war, zeichnen sich die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen durch signifikant mehr Ablehnungen der Lernenden in ihrer Kleingruppe aus (Mann-Whitney-U-Test: Ablehnung: $U = 1617{,}500$; $p = 0{,}000$). Gleichzeitig erhalten diese Lernenden signifikant weniger Nicht-Nominierungen (Mann-Whitney-U-Test: Ablehnung: $U = 1277{,}000$; $p = 0{,}000$) und die Anzahl der Wahlen unterscheidet sich nicht signifikant innerhalb der Kleingruppe (Mann-Whitney-U-Test: Ablehnung: $U = 2714{,}500$; $p = 0{,}408$).

Der Vergleich von Pre- und Post-Test zeigt, dass es auf Seite der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen zu signifikant weniger Ablehnungen (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}630$; $p = 0{,}009$) und signifikant mehr Nicht-Nominierungen (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}792$; $p = 0{,}005$) im Post-Test kommt. Es

[160] Wenn bei einer Kleingruppe mit N Schülerinnen und Schüler weniger als N-1 Schülerinnen und Schüler an Pre- bzw. Post-Test teilgenommen haben, wird die Kleingruppe nicht gewertet. Entsprechend reduziert sich die Stichprobe.

handelt sich mit einer Effektstärke von $0{,}41$ (Ablehnungen) und $0{,}44$ (Nicht-Nominieren) jeweils um einen mittleren Effekt nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009). Die Anzahl der Wahlen verändert sich vom Pre- zum Post-Test nicht signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}124$; $p = 0{,}901$).

Bei den übrigen Lernenden kommt es ebenfalls zu einer signifikanten Veränderung vom Pre- zum Post-Test in den Nicht-Nominierungen (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}459$; $p = 0{,}014$, Effektstärke $0{,}20$, kleiner Effekt). Anders als bei den Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen kommt es jedoch zu einer Verringerung der Nicht-Nominierungen. Gleichzeitig kommt es zu einem signifikanten Anstieg der Wahlen (Wilcoxon-Test: $Z = -4{,}455$, $p = 0{,}000$; Effektstärke $0{,}37$; mittlerer Effekt). Die Veränderung in den Ablehnungen ist auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ statistisch nicht signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -1{,}097$; $p = 0{,}056$).

Neben den erhaltenen Wahlen, Ablehnungen und Nicht-Nominierungen von der eigenen Kleingruppe spielt auch die eigene Abgabe von Wahlen, Ablehnungen und Nicht-Nominierungen an die Mitglieder der Kleingruppe eine wichtige Rolle zur Analyse der sozialen Integration (vgl. Kulawiak & Wilbert, 2015). In Tabelle 93 sind die Ergebnisse übersichtlich dargestellt.

Experimentier-partner	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	185	185	185	185	185	185
M	0,2500	0,2369	0,4360	0,3464	0,3140	0,4167
SD	0,30646	0,30646	0,31774	0,31472	0,28079	0,32693

Tabelle 93: Abgegebene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen an die Mitglieder der Kleingruppe im 2. Mesozyklus.

Die Schülerinnen und Schüler verteilen im Post-Test signifikant weniger Ablehnungen und gleichzeitig signifikant mehr Wahlen (Wilcoxon-Test: Ablehnung: $Z = -3{,}014$; $p = 0{,}003$; Wahlen: $Z = -3{,}667$; $p = 0{,}000$). Die Effektstärken betragen $0{,}22$ (Verringerung der verteilten Ablehnungen) und $0{,}27$ (Erhöhung der abgegebenen Wahlen). In beiden Fällen handelt es sich um kleine Effekte. Die Veränderung in den Nicht-Nominierungen ist nicht statistisch signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}577$; $p = 0{,}564$).

Bezogen auf ihre eigene Kleingruppe unterscheiden sich die von den Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) die Anzahl an vergebenen Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen im Pre-Test nicht signifikant von den abgegebenen Nicht-Nominierungen und Ablehnungen der übrigen Lernenden (Mann-Whitney-U-Test: Wahl: $U = 2418$; $p = 0{,}066$; Nicht-Nominierung: $U = 2643{,}000$; $p = 0{,}270$; Ablehnung: $U = 2827{,}000$; $p = 0{,}672$).

Im Vergleich von Pre- und Post-Test vergeben die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) signifikant mehr Wahlen im Post-Test an die eigenen Gruppenmitglieder (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}841$; $p = 0{,}005$) – vgl. auch Tabelle 94. Mit einer Effektstärke von $0{,}44$ handelt es sich um einen mittleren Effekt nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009). Die an die eigenen Gruppenmitglieder verteilten Ablehnungen und Nicht-Nominierungen unterscheiden sich

nicht signifikant (Wilcoxon-Test: Nicht-Nominierungen: $Z = -1{,}102;\ p = 0{,}270$; Ablehnungen: $Z = -1{,}499; p = 0{,}134$).

Die übrigen Schülerinnen und Schüler verteilen an ihre Gruppenmitglieder signifikant weniger Ablehnungen und signifikant mehr Wahlen (Wilcoxon-Test: Ablehnungen: $Z = -2{,}597; p = 0{,}009$; Wahlen: $Z = -2{,}504; p = 0{,}012$). Die Effektstärken betragen $0{,}22$ (Verringerung an vergebenen Ablehnungen) und $0{,}21$ (Erhöhung von vergebenen Wahlen), sodass es sich nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) jeweils um kleine Effekte handelt.

Schüler*innen mit externalisierendem Verhalten (20%)	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	41	41	41	41	41	41
M	0,3089	0,2214	0,4634	0,3537	0,2276	0,4248
SD	0,25121	0,32628	0,35062	0,36170	0,20499	0,34197
Die übrigen Lernenden (80%)	Egal Pre (Exp.) normiert	Egal Post (Exp.) normiert	Ablehnung Pre (Exp.) normiert	Ablehnung Post (Exp.) normiert	Wahlen Pre (Exp.) normiert	Wahlen Post (Exp.) normiert
N	144	144	144	144	144	144
M	0,2332	0,2413	0,4282	0,3443	0,3385	0,4144
SD	0,28607	0,30163	0,30861	0,30139	0,29487	0,32372

Tabelle 94: Vergebene Nicht-Nominierungen, Ablehnungen und Wahlen an die Mitglieder der Kleingruppe für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 2. Mesozyklus.

Zusätzlich zur Akzeptanz bzw. Ablehnung der Lernenden mittels einer soziometrischen Erhebung wurde mit dem FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) die empfundene soziale Integration der Schülerinnen und Schüler vor und nach der Implementation erhoben, wobei die Skalen Soziale Integration (SI)[161] und Klassenklima (KK) berücksichtigt wurden. Tabelle 95 zeigt die Ergebnisse für die gesamte Lerngruppe.

	SI Pre-Test	SI Post-Test	KK Pre-Test	KK Post-Test
M	23,639	24,440	19,634	21,163
N	166	166	172	172
SD	4,620	4,528	5,665	5,848

Tabelle 95: Ergebnisse zu den Skalen SI und KK aus dem FEESS 5-6 im 2. Mesozyklus.[162]

Die Unterschiede in der Skala Soziale Integration (SI) vom Pre- zum Post-Test sind signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}740;\ p = 0{,}006$) mit einer Effektstärke von $0{,}21$. Dies entspricht nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) einem schwachen

[161] Durch einen Fehler bei der Erstellung des Fragebogens wurden lediglich 10 der 11 Items der Skala SI verwendet.

[162] Es wurden nur Daten von Schülerinnen und Schülern berücksichtigt bei denen ein vollständig ausgefüllter Pre-/Post-Test vorlag. Wenn einzelne Items der jeweiligen Skala nicht angekreuzt wurden, wurde die entsprechende Skala nicht mit einbezogen. Dies schließt jedoch nicht aus, dass die andere Skala in der Auswertung berücksichtigt werden konnte.

Effekt. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass die Summenscores bereits im Pre-Test recht hoch sind, sodass gegebenenfalls ein Deckeneffekt vorliegt (vgl. Bortz & Döring, 2015).

Die Unterschiede im Pre- und Post-Test bei der Skala Klassenklima (KK) sind ebenfalls signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -3{,}644$; $p = 0{,}000$). Die Effektstärke liegt bei $0{,}28$, sodass es sich ebenfalls um einen schwachen Effekt handelt.

Schülerinnen und Schüler mit den externalisierensten Verhaltensweisen (20%)				
	SI Pre-Test	SI Post-Test	KK Pre-Test	KK Post-Test
M	22,730	23,790	19,229	21,086
N	33	33	35	35
SD	4,652	5,048	5,180	6,478
Die übrigen Schülerinnen und Schüler (80%)				
	SI Pre-Test	SI Post-Test	KK Pre-Test	KK Post-Test
M	23,865	24,602	19,737	21,182
N	133	133	137	137
SD	4,602	4,400	5,796	5,701

Tabelle 96: Ergebnisse zu den Skalen SI und KK aus dem FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) im Vergleich zwischen den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden im 2. Mesozyklus.

Im Pre-Test unterscheiden sich die beiden Gruppen (Schülerinnen und Schüler mit den externalisierensten Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%)) trotz des nicht unerheblichen Mittelwertunterschiedes (vgl. Tabelle 96) bezogen auf die Skala Soziale Integration nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $U = 1811{,}500$; $p = 0{,}120$). Die Unterschiede in der Skala Klassenklima (KK) sind ebenso nicht signifikant im Pre-Test (Mann-Whitney-U-Test: $U = 2195{,}000$; $p = 0{,}440$).

Der Vergleich von Pre- und Post-Test zeigt für die 20% der Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen in der Skala Soziale Integration (SI) keinen signifikanten Unterschied (Wilcoxon-Test: $Z = -1{,}037$; $p = 0{,}300$), wobei es 13 negative Ränge, 14 positive Ränge und 6 Bindungen gibt. Folglich gibt es etwa gleich viele Schülerinnen und Schülern bei der sich die subjektive Einschätzung der sozialen Integration verbessert und verschlechtert.

Gleichzeitig gilt es zu berücksichtigen, dass der Mittelwert der Skala Soziale Integration (SI) bezogen auf den maximalen Summenscore von 30 vergleichsweise hoch ist. Auch die Histogramme in Abbildung 58 bzw. Abbildung 59 zeigen, dass die Einschätzung der Lernenden im Pre-Test zur empfundenen sozialen Integration bereits sehr hoch war. Möglicherweise liegt ein Deckeneffekt (vgl. Bortz & Döring, 2015) vor. Für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen unterscheiden sich die Mittelwerte zum Klassenklima (KK) im Pre-/Post-Vergleich ebenfalls nicht signifikant voneinander (Wilcoxon-Test: $Z = -1{,}789$; $p = 0{,}074$), wobei es 12 negative Ränge, 21 positive Ränge und 2 Bindungen gibt. Folglich gibt es fast doppelt so viele Lernende, bei denen sich die Einschätzung des Klassenklimas verbessert.

Der Mittelwertunterschied bei den übrigen Schülerinnen und Schüler bei der Skala zur Sozialen Integration (SI) ist statistisch signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}681$; $p = 0{,}007$). Die Effektstärke ist mit $0{,}23$ als klein einzuschätzen (vgl. Cohen, 1992; Bühner & Ziegler, 2009). Auch hier ist zu beachten, dass bereits zu Beginn viele Schülerinnen und Schüler einen hohen Summenscore erreichen, sodass auch hier gegebenenfalls ein

Deckeneffekt vorliegt (vgl. Bortz & Döring, 2015).

Die Unterschiede in den Einschätzungen zum Klassenklima (KK) in Pre- und Post-Test unterscheiden sich ebenfalls signifikant voneinander (Wilcoxon-Test: $Z = -3{,}173$; $p = 0{,}002$). Die Effektstärke beträgt $0{,}27$ und ist entsprechend nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) als klein einzuschätzen.

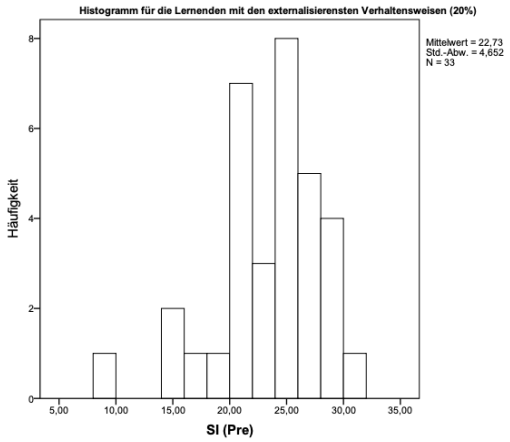


Abbildung 58: Histogramm zur Skala SI bei den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (Pre-Test).

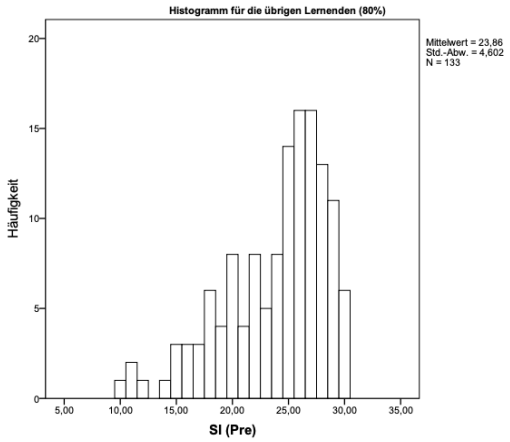


Abbildung 59: Histogramm zur Skala SI für die übrigen Schülerinnen und Schüler (Pre-Test).

9.3.4.10 Auswertung der Soziometrie unter dem Aspekt des Vergleichs zwischen Mesozyklus 1 und 2

Im Re-Design wurden einige methodische Veränderungen an der Lernumgebung vorgenommen. Daher bietet es sich an die Veränderungen in den Wahlen und Ablehnungen von Mesozyklus 1 und 2 zu vergleichen, um das Gesamtpaket an Änderungen zu bewerten. Da sich nur die Wahlen im Pre-Test unter Berücksichtigung aller Lernenden nicht signifikant unterscheiden (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 6786{,}500$; $p = 0{,}428$; Ablehnungen: $U = 4969{,}000$; $p = 0{,}000$), ist nur hier eine vergleichende Auswertung mit einer ANOVA möglich. Entsprechend wurde für die Ablehnungen eine ANCOVA durchgeführt.

Skala	t	M (1 M)	N (1 M)	SD (1 M)	M (2 M)	N (2 M)	SD (2 M)	F	df	p	η^2
Wahlen	**Pre**	**0,3200**	**75**	**0,1442**	**0,3131**	**193**	**0,1586**				
Wahlen	**Post**	**0,3261**	**75**	**0,1513**	**0,3756**	**193**	**0,1903**	**8,645**	**1**	**0,004**	**0,031**
Ablehnung	Pre	0,2897	75	0,1876	0,3989	193	0,2006				
Ablehnung	Post	0,2356	75	0,1838	0,3397	193	0,2057	1,000	1	0,318	x

Tabelle 97: Ergebnisse der ANOVA bzw. ANCOVA (grau) für alle Schülerinnen und Schüler im 1. und 2. Mesozyklus.

Die Ergebnisse in Tabelle 97 zeigen, dass es zu einem signifikant stärkeren Anstieg an Wahlen im 2. Mesozyklus (im Vergleich zum 1. Mesozyklus) kommt. Eine graphische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte findet man in Abbildung 60 und Abbildung 61. Ebenso zeigt die durchgeführte ANCOVA für die Ablehnungen, dass die Gruppen in

beiden Mesozyklen bei Kontrolle der Pre-Werte nicht signifikant unterschiedliche Post-Werte bei den Nicht-Nominierungen haben. Wie im vorherigen Abschnitt auch bietet es sich an die Daten für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden zu vergleichen. Dabei sind Vergleiche bei den Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen mit einer ANOVA für die Ablehnungen und Wahlen möglich (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 300{,}000$; $p = 0{,}619$; Ablehnungen: $U = 269{,}500$; $p = 0{,}299$) und für die übrigen Lernenden nur für die Wahlen (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 4009{,}000$; $p = 0{,}233$; Ablehnungen: $U = 2562{,}000$; $p = 0{,}000$). Die Ergebnisse der ANOVA sind übersichtlich in Tabelle 98 dargestellt. Zusätzlich wurde bei den Ablehnungen bei den übrigen Schülerinnen und Schülern eine ANCOVA durchgeführt.

Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen											
Skala	t	M (1 M)	N (1 M)	SD (1 M)	M (2 M)	N (2 M)	SD (2 M)	F	df	p_{Anova}	η^2
Wahlen	Pre	0,2352	16	0,1204	0,2737	41	0,1516				
Wahlen	Post	0,2582	16	0,1325	0,3291	41	0,2245	0,542	1,000	0,465	x
Ablehnung	Pre	0,4451	16	0,1968	0,5005	41	0,1857				
Ablehnung	Post	0,3529	16	0,2149	0,4421	41	0,2367	0,756	1,000	0,388	x
Die übrigen Schülerinnen und Schüler											
Wahlen	**Pre**	**0,3430**	**59**	**0,1424**	**0,3237**	**152**	**0,1592**				
Wahlen	**Post**	**0,3445**	**59**	**0,1519**	**0,3881**	**152**	**0,1843**	**8,671**	**1,000**	**0,004**	**0,040**
Ablehnung	Pre	0,2476	59	0,1625	0,3714	152	0,1961				
Ablehnung	Post	0,2038	59	0,1624	0,3121	152	0,1880	0,929	1,000	0,336	x

Tabelle 98: Ergebnisse der ANOVA bzw. ANCOVA (grau) für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und die übrigen Lernenden.

Eine graphische Darstellung der Veränderungen findet man in Abbildung 62 bis Abbildung 65. Sowohl bei den Wahlen, als auch bei den Ablehnungen kommt es bei den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen nicht zu einem signifikant höheren Anstieg im 2. Mesozyklus (im Vergleich zum 1. Mesozyklus). Bei den übrigen Lernenden kommt es dagegen zu einem signifikant höheren Anstieg an Wahlen im 2. Mesozyklus.

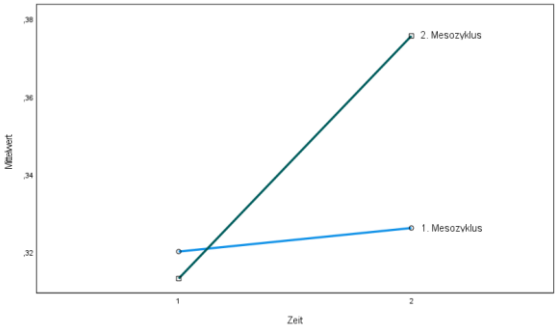


Abbildung 60: Veränderungen in den Wahlen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung aller Lernenden.

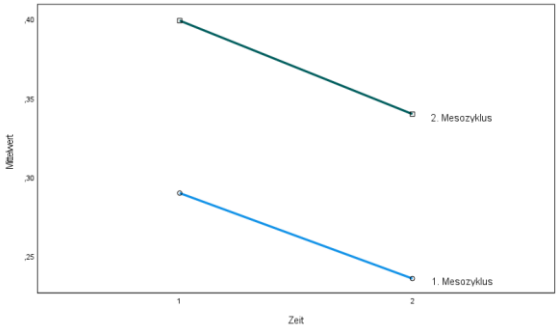


Abbildung 61: Veränderungen in den Wahlen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung aller Lernenden.

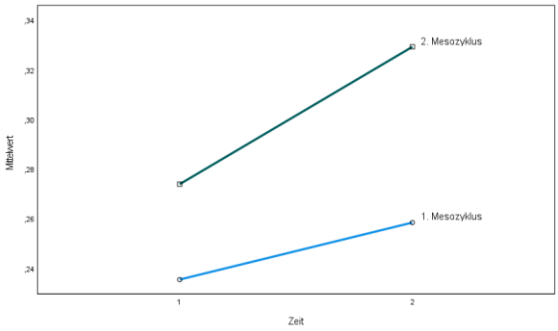


Abbildung 62: Veränderungen in den Wahlen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen.

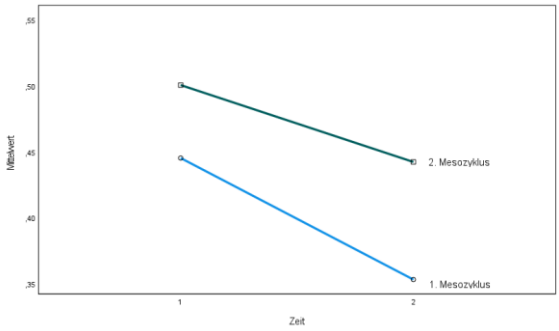


Abbildung 63: Veränderungen in den Ablehnungen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen.

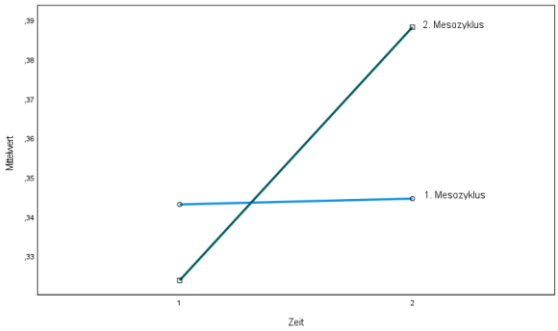


Abbildung 64: Veränderungen in den Wahlen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung der übrigen Lernenden.

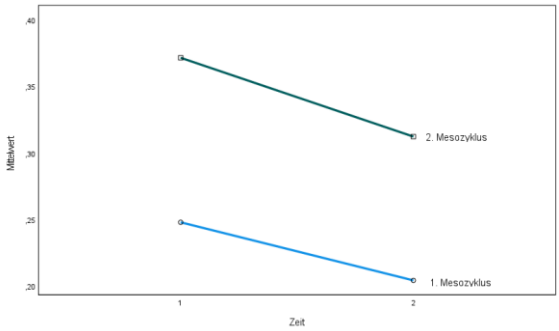


Abbildung 65: Veränderungen in den Ablehnungen im 1. und 2. Mesozyklus unter Berücksichtigung der übrigen Lernenden.

9.3.4.11 Ergebnisse aus den qualitativen Lehrerinterviews zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft

Die Ergebnisse in diesem Abschnitt berücksichtigen die Lehrerinterviews im 2. Mesozyklus, die in der Mitte und am Ende der Implementation geführt wurden. Dabei wurden die Interviews mit qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet[163], wobei als Grundlage der Codierleitfaden aus dem 1. Mesozyklus verwendet wurde. Weitere Unterkategorien wurden induktiv am Material ergänzt. Eine Übersicht über die Oberkategorien findet man in Tabelle 99. Die Intercoder-Reliabilität bei zwei der neun Interviews in der Mitte der Implementation beträgt 0,86 und am Ende der Implementation 0,92. [164]

In einem ersten Schritt werden die Ergebnisse aus den Interviews in der Mitte der Implementation beschrieben (vgl. auch Steukmann, 2020). Im Anschluss werden Ergebnisse aus den Interviews am Ende der Implementation ergänzt (MESO2_SIH_UK 1.8, 1.9, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 5.1.3, 5.6 und 5.7). Eine Übersicht über die Anzahl an Codierungen der einzelnen Unterkategorien findet man in Tabelle 100.

[163] Die Auswertung der Interviews in der Mitte der Studie erfolgte durch den Studenten Christian Steukmann im Rahmen seiner Masterarbeit, vgl. Steukmann (2020). Die Zweitcodierung erfolgte durch den Autor dieser Arbeit.

[164] Nicht vergebene Codes wurden als Übereinstimmung gewertet. Man beachte, dass nur ein Teil des Kategoriensystems bei Steukmann (2020) genutzt wurde und sich der Wert für die Intercoder-Reliabität in der Mitte der Implementation entsprechend von dem bei Steukmann (ebd.) angegebenen Wert unterscheidet.

Kategorie:	Bezeichnung:	Beschreibung:
OK 1	Beschreibungen der Lehrkräften zur sozialen Integration während der Implementation.	Alle Aussagen, welche die subjektive Einschätzung zur sozialen Integration der Schülerinnen und Schüler in den Lerngruppen beschreiben.
OK 2	Gründe für den sozialen Ausschluss aus der Kleingruppe.	Alle Aussagen der Lehrkräfte, welche die (subjektiven) Gründe für den Ausschluss einzelner Schülerinnen und Schüler nennen.
OK 3	Gründe für den sozialen Nicht-Ausschluss aus der Kleingruppe.	Alle Aussagen der Lehrkräfte, welche die (subjektiven) Gründe für den Nicht-Ausschluss einzelner Schülerinnen und Schüler nennen.
OK 4	Aspekte mit Bezug zur sozialen Integration, die beim Re-Design berücksichtigt werden sollten.	Alle Verbesserungsvorschläge zur Lernumgebung im Hinblick auf die Verringerung des sozialen Ausschlusses bzw. verstärkter Kooperation.
OK 5	Aspekte zur Hilfsbereitschaft in den Kleingruppen.	Alle von den Lehrkräften genannten (subjektiven) Aussagen zur Hilfsbereitschaft in den Kleingruppen.

Tabelle 99: Übersicht über die Oberkategorien zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft im 2. Mesozyklus.

UK	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
# Codierungen Mitte	14	0	1	10	3	14
# Codierungen Ende	19	0	1	8	6	12
UK	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3
# Codierungen Mitte	0	x	x	5	3	3
# Codierungen Ende	3	2	5	12	0	2
UK	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3
# Codierungen Mitte	2	3	14	2	0	3
# Codierungen Ende	1	7	10	2	0	0
UK	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	4.1
# Codierungen Mitte	2	4	4	7	2	0
# Codierungen Ende	0	2	1	10	0	1
UK	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7
# Codierungen Mitte	0	0	0	0	x	x
# Codierungen Ende	0	0	0	4	1	1
UK	4.8	4.9	5.1	5.1.1	5.1.2	5.1.3
# Codierungen Mitte	x	x	32	10	5	x
# Codierungen Ende	1	2	22	2	0	7
UK	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7
# Codierungen Mitte	5	2	4	7	x	x
# Codierungen Ende	0	0	0	0	3	4

Tabelle 100: Anzahl der Codierungen zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft für die Interviews in der Mitte und am Ende der Implementation, Kategorien mit x ergaben sich erst induktiv aus den Interviews am Ende der Implementation im 2. Mesoyzklus.

Ein Großteil der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler werden nach Aussage der Lehrkräfte in ihren Kleingruppen nicht ausgeschlossen und schließen sich auch nicht selbst aus (MESO2_SIH_UK 1.1). Ein Kind war nach Aussage der Lehrkräfte zu Beginn ausgeschlossen und wurde erst mit der Zeit sozial integriert (MESO2_SIH_UK 1.3). Die Aussage, dass ein Kind zu Beginn integriert war und mit der

Zeit ausgeschlossen wurde, wie es teilweise im 1. Mesozyklus der Fall war, konnte nicht codiert werden (MESO2_SIH_UK 1.2). Gleichzeitig kommt es – wie auch im 1. Mesozyklus – teilweise dazu, dass sich die Gruppen in Teilgruppen aufteilen (MESO2_SIH_UK 1.4) bzw., dass es zeitweise in den Gruppen zu Einzelarbeit kommt (MESO2_SIH_UK 1.5). Ferner kommt es aus Sicht der Lehrkräfte in einigen Fällen auch zu sozialem Ausschluss in den Kleingruppen (MESO2_SIH_UK 1.6), wobei es in den Interviews in der Mitte der Implementation bisher nicht zu Beschwerden der ausgeschlossenen Lernenden kam (MESO2_SIH_UK 1.7) – am Ende der Implementation wurden hierzu jedoch drei Aussagen von Lehrkräften getätigt.

Gründe für den sozialen Ausschluss werden – wie auch schon im 1. Mesozyklus – in der unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeit (MESO2_SIH_UK 2.1), der geringen Motivation einzelner Lernender (MESO2_SIH_UK 2.2), dem Nicht-Einlassen auf die Gruppe (MESO2_SIH_UK 2.3), fehlenden sozialen Kompetenzen (MESO2_SIH_UK 2.4), Streit innerhalb der Gruppe (MESO2_SIH_UK 2.5) und einem unterschiedlichen (Arbeits-)Verhalten (MESO2_SIH_UK 2.6) gesehen.

Gleichzeitig werden viele, der mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten, Schülerinnen und Schüler aus Sicht der Lehrkräfte nicht ausgeschlossen (vgl. auch MESO2_SIH_UK 1.1). Dabei werden ähnliche Unterkategorien wie im 1. Mesozyklus als Gründe codiert: Gemeinsame Ziele bzw. gemeinsame hohe Motivation (aufgrund des Wettbewerbs unter den Gruppen) (MESO2_SIH_UK 3.3), weniger externalisierendes Verhalten als im regulären Unterricht (MESO2_SIH_UK 3.5) bzw. ein positiveres, allgemeines Arbeitsverhalten (MESO2_SIH_UK 3.6). Ferner wird festgestellt, dass Experimente als gemeinsame Elemente gesehen werden, bei denen vorher ausgeschlossene Lernende wieder integriert werden (MESO2_SIH_UK 3.1). Die Unterkategorie *gemeinsam Spaß haben* als Kriterium für eine verbesserte soziale Integration (MESO2_SIH_UK 3.2) wurde dagegen im 2. Mesozyklus nicht codiert. Darüber hinaus wird angemerkt, dass externalisierendes Verhalten nicht notwendigerweise immer zum Ausschluss führt (MESO2_SIH_UK 3.4). Zusätzlich wird im 2. Mesozyklus die Relevanz der sozialen Kompetenz der anderen Gruppenmitglieder für die soziale Integration (MESO2_SIH_UK 3.7) genannt:

> „Wenn zum Beispiel 621, die [...] für die Integration von 623 in der Gruppe sehr wichtig ist, fehlt, dann funktioniert das nicht gut, muss man sagen in der Gruppe. Dann wird sie schon ausgeschlossen. Wenn sie da ist, dann funktioniert das viel besser“ (Lehrkraft 6, 2. Mesozyklus, Mitte, Z. 93-95).

Gleichzeitig spielt es aus subjektiver Sicht der Lehrkräfte eine Rolle, inwiefern sich Kinder der Gruppennorm anpassen können (MESO2_SIH_UK 3.8). So formuliert eine Lehrkraft:

> „423 ist schon immer sehr auf sich bezogen. Aber sie hat sich trotzdem, sagen wir mal dem Mainstream [...] der Gruppe angepasst“ (Lehrkraft 4, Mitte, Z. 132-133).

Vorschläge zur Stärkung der sozialen Integration für das 2. Re-Design werden von den Lehrkräften in den Interviews in der Mitte der Implementation nicht genannt – auf Vorschläge aus den Interviews am Ende der Implementation wird später eingegangen.

Es zeigt sich, dass es innerhalb der Kleingruppen sehr häufig zu gegenseitiger Unterstützung kommt (MESO2_SIH_UK 5.1). Dabei kann diese Unterstützung vielfältig sein und sich beispielsweise auf fachliche Unterstützung, das erneute Zeigen des

Experiments oder die Unterstützung beim Formulieren und Schreiben der Antworten beziehen.

> „Wenn Schüler krank sind, oder waren, dann warten sie. Und der 306 zum Beispiel […] Der 308 war krank. Und dann hat der 306 allen […] Also ich habe das mitbekommen und er hat nicht gemerkt, dass ich das gesehen habe. Er hat dann alle darauf aufmerksam gemacht, dass 308 noch nicht fertig ist. Und dann haben die die Tempoaufgaben oder irgendetwas anderes bearbeitet [...]. Die haben sogar, glaube ich, dieses Experiment nochmal gemacht, damit der 308 das auch noch sieht“ (Lehrkraft 3, Mesozyklus 2, Mitte, Z. 115-120).

oder

> „Der 229 zum Beispiel. Der hat Schwierigkeiten beim Schreiben. [...] Also der bittet die 201 dann, ihm zu helfen, weil er das absolut nicht hinkriegt mit der deutschen Rechtschreibung. Und die macht das dann. Also die steht die ganze Zeit hinter ihm und hilft ihm. Und hat ihm sogar teilweise die Texte geschrieben“ (Lehrkraft 2, 2. Mesozyklus, Mitte, Z.122-125).

Gleichzeitig wird nicht nur den Lernenden, die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelt wurden, geholfen. Vielmehr unterstützten diese Lernenden teilweise auch ihre Gruppenmitglieder.

Inwiefern sich die Lernenden gegenseitig helfen, hängt dabei unter anderem von der vorhandenen Motivation, inwiefern überhaupt Kinder aus der Gruppe die Aufgabe verstehen und der Tatsache ab welches Kind Hilfe benötigt (MESO2_SIH_UK 5.1.2). Die Lehrkraft wird häufig nur als letzte Hilfe verwendet (MESO2_SIH_UK 5.1.1), teilweise aber auch als primäre Hilfe (MESO2_SIH_UK 5.4) – vgl. auch Abschnitt 9.3.4.12 zum digitalen Hilfesystem. Gleichzeitig ist das digitale Hilfesystem sehr präsent, sodass dies häufig vor der gegenseitigen Hilfe in der Gruppe genutzt wird (MESO2_SIH_UK 5.5) – vgl. auch Abschnitt 9.1.5.1 zum digitalen Hilfesystem. Auch im 2. Mesozyklus zeigt sich darüber hinaus, dass die Idee ‚Starke Schülerinnen und Schüler unterstützen schwächere Lernende’ nicht immer gelingt (MESO2_SIH_UK 5.4) und, dass es Lernende gibt, die keine Hilfe annehmen wollen (MESO2_SIH_UK 5.2).

Je nach Terminplan konnten die zweiten Interviews mit den Lehrkräften erst zwei Wochen nach dem Ende der Implementation geführt werden. Dies wiederum hatte zur Folge, dass bereits wieder einige reguläre Unterrichtsstunden stattgefunden haben. Auch wenn der Leitfaden zu diesen, auf die Implementation folgenden, Unterrichtsstunden keine expliziten Fragen beinhaltete, haben einzelnen Lehrkräfte hierzu Aussagen getroffen. So formuliert eine Lehrkraft

> „und auch letztes Mal z.B. hat sie wieder ganz alleine gesessen, obwohl alle sich untereinander zusammengesetzt haben. Also ich denke mal es ist ein Problem von 311 und der Klasse und [...] das konnte halt mit dieser Studie eigentlich nur insofern kompensiert werden das die 311 als Gruppenmitglied dabei sein musste und sie das auch so gemacht hat“ (Lehrkraft 3, 2. Mesozyklus, Ende, Z. 40-44).

Diese deutet darauf hin, dass sich bezogen auf dieses Kind für die soziale Integration keine Verbesserung gab bzw. die soziale Integration noch immer unbefriedigend ist (MESO2_SIH_UK 1.8). Andererseits gibt es auch Lernende, bei denen sich aus Lehrersicht die soziale Integration stark verbessert hat bzw., die aus subjektiver Sicht auch noch nach der Implementation sozial integriert sind (MESO2_SIH_UK 1.9).

> „Und jetzt ist der Erfolg von diesem Ganzen, ob das daran liegt weiß ich nicht oder reiner Zufall ist, aber 202 ist auf jeden Fall [...] in der Klassengemeinschaft anerkannt und auch ein fröhlicher Junge, was er vorher nicht war. Also, ob das jetzt damit zusammenhängt kann ich nicht sagen“ (Lehrkraft 2, 2. Mesozyklus, Ende, Z. 30-33).

oder

> „628 hat jetzt [...] so eine Art Freundeskreis in der Klasse, wo sie Anschluss dran hat, mit denen sie gerne zusammenarbeitet und die sie auch annehmen. Beim 612 ist das so, das hat sich komplett gewandelt würde ich sagen. 612 hat jetzt wirklich ein ganz, ganz anderes Bild in der Klasse. Es gibt viele die mit ihm zusammenarbeiten wollen, jetzt auf einmal. Und, ja das ist komplett gedreht bei ihm“ (Lehrkraft 6, 2. Mesozyklus, Ende, Z. 31-36).

Darüber hinaus ergab sich im Anschluss an das Interview in der Mitte der Studie die Problematik, dass eine Grippewelle zu höheren Fehltagen einzelner Lernender geführt hat. Dies stellt sich insofern als problematisch heraus, dass die Lernenden

> „die Verpflichtung [haben] die Sache nachzuholen in der Übungsstunde, machen sie aber nicht. Das ist so ganz normal. Vor allen Dingen, wenn sie natürlich zwei, drei Wochen gefehlt haben und die haben dann zwei, drei Übungsstunden in der Woche können sie das nicht aufholen. Das ist doch ganz klar“ (Lehrkraft 6, 2. Mesozyklus, Ende, Z. 92-95). [165]

Dadurch sind die Lernenden, wenn sie nach überstandener Krankheit wiederkommen, auf einer anderen Seite im Arbeitsheft. Dies führt verstärkt zu Problemen, insbesondere im Hinblick auf die soziale Integration in der Kleingruppe (MESO2_SIH_UK 2.1, 5 Codierungen in den Interviews in der Mitte der Implementation und 12 Codierungen in den Interviews am Ende). Wenn Schülerinnen und Schüler nach krankheitsbedingten Fehlzeiten, wieder zurückkommen, wird ihnen häufig nur insofern bei der Nacharbeitung geholfen, dass ihnen das Arbeitsheft zum Abschreiben hingelegt wird (MESO2_SIH_UK 5.1.3). Um dies zu umgehen und stärker auf die Hilfsbereitschaft in Form von gegenseitigem Erklären zu fokussieren, muss nach Aussage der Lehrkräfte der soziale Auftrag noch stärker kommuniziert werden (MESO2_SIH_UK 4.5). Ferner bietet es sich nach Aussage der Lehrkräfte an, Kinder aus der Lerngruppe als Experten (UK 4.7) zu nutzen oder eine stärkere Einbindung der Lehrkraft in diesem Zusammenhang zu realisieren (MESO2_SIH_UK 4.9), um den Lernenden, die Unterrichtsstunden versäumt haben, beim Nacharbeiten zu helfen. Andererseits kann man auch Zusatzaufgaben für die Lernenden, die anwesend waren, verwenden, sodass die übrigen Lernenden nacharbeiten

[165] In dieser Gesamtschule finden wöchentlich stattfindende Lernzeiten zur Wiederholung und Übung statt.

können (MESO2_SIH_UK 4.8). Gerade wenn Schülerinnen und Schüler mehrere Stunden gefehlt haben, sollten jedoch Sonderregelungen gefunden werden (MESO2_SIH_UK 4.6). Darüber hinaus zeigt sich, dass es auch Schülerinnen und Schüler gibt, die von ihren Gruppenmitgliedern nicht unterstützt werden (MESO2_SIH_UK 5.6). Gleichzeitig wird die Hilfsbereitschaft der Lernenden auch auf das Regelwerk bzw. die positive Interdependenz in der Lernumgebung zurückgeführt. So formuliert eine Lehrkraft:

> „also generell würde ich sagen, dass das Zusammenarbeiten in der Gruppe je länger das dauert immer besser geklappt hat. Also zum Ende hin war das deutlich besser als zu Beginn oder in der Mitte. Man konnte es aber in der Mitte schon absehen das es eigentlich immer besser wird und ja manche Gruppen haben da auch einen richtigen Wettstreit draus gemacht wer schneller fertig ist oder mehr Sterne bekommt“ (Lehrkraft 8, 2. Mesozyklus, Ende, Z. 5-9).

9.3.4.12 Ergebnisse aus den qualitativen Lehrerinterviews zur Selbstständigkeit und zum Hilfesystem

Die Ergebnisse, die in diesem Abschnitt präsentiert werden, wurden bereits bei Küpper et al. (2020b) vorgestellt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden hier kurz zusammengefasst. Sie werden im Vergleich zu den Ausführungen bei Küpper et al (2020b) durch zusätzliche Belegzitate unterlegt. Man beachte, dass die Auswertung nicht mit MAXQDA erfolgte.

Kategorie:	Bezeichnung:	Beschreibung:
OK 0	Allgemeine Aussagen zur Selbstständigkeit der Lernenden im regulären Unterricht der Orientierungsstufe.	Alle Aussagen, welche die Lehrkräfte zur Selbstständigkeit im regulären Unterricht nennen.
OK 1	Positive Erfahrungen mit dem (digitalen) Hilfesystem.	Alle positiven Erfahrungen, die die Lehrkräfte mit Bezug auf das entwickelte Hilfesystem während der Interviews nennen.
OK 2	Zeitliche Veränderungen in Bezug auf die Arbeit mit dem (digitalen) Hilfesystem.	Alle zeitlichen Veränderungen über die Arbeit mit dem Hilfesystem, welche die Lehrkräfte während der Interviews nennen.
OK 3	Erlebte technische Probleme mit dem (digitalen) Hilfesystem.	Alle von den Lehrkräften genannten technischen Schwierigkeiten des Hilfesystems selber.
OK 4	Risiken bei der Nutzung des (digitalen) Hilfesystems.	Alle von den Lehrkräften genannten Risiken bei der Nutzung des Hilfesystems in der entwickelten Lernumgebung.
OK 5	Probleme, die nicht mit Hilfe des (digitalen) Hilfesystems gelöst werden können.	Die von den Lehrkräften genannten Probleme der Lernenden, die nicht vom Hilfesystem abgedeckt werden, und zu Fragen der Schülerinnen und Schüler führen.
OK 6	Verbesserungsvorschläge der Lehrkräfte für das (nächste) Re-Design des (digitalen) Hilfesystems	Von den Lehrkräften genannte Verbesserungsvorschläge zum Hilfesystem.

Tabelle 101: Oberkategorien nach Küpper et al. (2020b) im 2. Mesozyklus.[166]

[166] Kategorie 0 wurde in der Tabelle ergänzt.

Der Leitfaden im 2. Mesozyklus[167] (vgl. Abschnitt 9.3.3.2) enthielt explizite Fragen zur Selbstständigkeit der Lernenden aus subjektiver Sicht der Lehrkräfte. Die Oberkategorien (kurz OK) wurden deduktiv aus den Fragestellungen (vgl. Abschnitt 9.3.1) entwickelt, die Unterkategorien (kurz UK) induktiv aus den vorliegenden Interviewtranskripten. In den Interviews wurde über erlebte Schwierigkeiten mit dem digitalen Hilfesystem und die Möglichkeit des selbstständigen Arbeitens gesprochen. Ferner wurden die Lehrkräfte nach Verbesserungsmöglichkeiten befragt. In den 18 Transkripten der Lehrerinterviews wurden 249 Passagen codiert (vgl. auch Tabelle 101). Die Intercoder-Reliabilität beträgt 0,91, wobei 6 der 18 Interviews von einem zweiten Codierer erneut ausgewertet wurden. Die Operationalisierungen der Unterkategorien findet man im Anhang.

UK	0.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13
# Cod.	2	49	6	12	5	4	2	2	9	3	1	1	1	1
UK	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1
# Cod.	1	1	1	10	2	23	2	1	2	1	2	1	1	1
UK	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8
# Cod.	7	8	1	5	1	4	8	9	7	1	12	3	1	2
UK	5.9	5.10	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8				
# Cod.	2	3	7	5	6	2	4	1	2	1				

Tabelle 102: Anzahl der Codierungen der induktiv entwickelten Unterkategorien in der 1. Hauptstudie; entnommen aus Küpper et al., (2020b).

Die Auswertung der Interviews zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler nach Aussage der Lehrkräfte selbstständig(er) als im regulären Physik- bzw. NW-Unterricht arbeiten können, was sich unter anderem darin zeigt, dass sie weniger bis keine Nachfragen an die Lehrkraft stellen (MESO2_S_UK 1.1). So sagt eine Lehrkraft:

> „Ich glaube schon, dass es mit dem Tablet letztendlich und dem eigenen Tempo und [...] der eigenständigen Erarbeitung leichter fällt." (Lehrkraft 8, 2. Mesozyklus, Mitte, Z. 331-332)

Die Tatsache, dass die Lernenden selbstständig(er) arbeiten können trifft sowohl auf die ermittelten Schülerinnen und Schüler mit den externalisierensten Verhaltensweisen (18 Codierungen), als auch auf die restlichen Schülerinnen und Schüler zu (15 Codierungen; zusätzliche 16 Codierungen beziehen sich auf alle Schülerinnen und Schüler). Das digitale Hilfesystem wird von den Lernenden genutzt (MESO2_S_UK 1.17) und unterstützt aus subjektiver Sicht der Lehrkräfte die Lernenden bei der Erarbeitung (MESO2_S_UK 1.2). Das Hilfesystem funktioniert in den meisten Fällen (MESO2_S_UK 1.3). Gleichzeitig bilden sich im Falle von BYOD-Nutzung teilweise Routinen in Bezug auf die Selbstständigkeit aus, die dazu führen, dass die Schülerinnen und Schüler zu Beginn des Unterrichts z.B. selbstständig nach dem Internetzugang fragen (MESO2_S_UK 1.16).

Das digitale Hilfesystem trifft bei den Lehrkräften auf Zustimmung (MESO2_S_UK 1.4), wobei explizit in zwei Interviews erwähnt wird, dass die digitalen Hilfen von den Lernenden eher genutzt werden als die sonst verwendeten analogen bzw. gedruckten Hilfekarten (MESO2_S_UK 1.6). Mögliche Gründe hierfür können darin gesehen werden, dass die Lernenden motiviert sind mit den Tablets an sich (MESO2_S_UK 1.5) bzw. dem

[167] Der 1. Mesozyklus wurde bei Küpper et al. (2020b) als 1. Hauptstudie bezeichnet.

digitalen Hilfesystem (MESO2_S_UK 1.8) zu arbeiten. Eine Lehrkraft merkt darüber hinaus an, dass einige Schülerinnen und Schüler im regulären Unterricht ohne digitales Hilfesystem im Anschluss an die Implementation wieder größere Schwierigkeiten haben werden (MESO2_S_UK 2.3). Auch die Verwendung der QR-Codes trifft bei den Lehrkräften auf Zustimmung (MESO2_S_UK 1.18), wobei es kaum Probleme gibt (MESO2_S_UK 1.7).

> „Also die können das super gut, diesen QR-Code einscannen. Das gibt kaum Schwierigkeiten“ (Lehrkraft 2, 2. Mesozyklus, Mitte, Z. 415-416).

Lediglich das Aufhängen der QR-Code App führt hin und wieder zu Problemen (MESO2_S_UK 3.1). In diesem Zusammenhang muss explizit erwähnt werden, dass keine Aussage in den Interviews darauf hindeutet, dass die Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten bei der Zuordnung Aufgabe/digitale Hilfe haben. Als positiv am digitalen Hilfesystem erwähnen die Lehrkräfte darüber hinaus den stufenweisen Aufbau der Hilfen (MESO2_S_UK 1.9) und die Unterteilung in Frage- und Antwort (MESO2_S_UK 1.10). Ferner wird positiv bewertet, dass Fachbegriffe häufig erneut erläutert werden (MESO2_S_UK 1.14).

> „Erst nochmal einen Tipp, was ist überhaupt eine Vermutung? Weil der Großteil vergisst ja dann auch wieder, [...], was ist eine Vermutung? Oder Hypothese? Ist das jetzt das Gleiche? Was heißt Durchführung? Was heißt Planung? Was heißt Fazit? Von daher ist das schon ganz gut, dass man erst tatsächlich diese allgemeinen Tipps bekommt“ (Lehrkraft 5, 2. Mesozyklus, Mitte, Z. 343-347).

Darüber hinaus wird beschrieben, dass das digitale Hilfesystem bei der Erstellung von Gruppenergebnissen unterstützen kann (MESO2_S_UK 1.13). Ferner zeigt sich auch hier, dass sich die Schülerinnen und Schüler an das Hilfesystem gewöhnen müssen (MESO2_S_UK 2.1) und dass die Lernenden mit der Zeit weniger motiviert sind das digitale Hilfesystem zu verwenden (MESO2_S_UK 2.2).

Nach Edelson (2002) spielen insbesondere Problemanalysen für die Entwicklung des Re-Designs und lokaler Theorien eine entscheidende Rolle: Dadurch, dass lediglich ein digitales Hilfesystem genutzt wurde und die Schülerinnen und Schüler, welche an der Studie teilgenommen haben, in der Regel im Unterricht keine Smartphones oder Tablets verwenden, nimmt die Anzahl an beschriebenen technischen Schwierigkeiten zu: Neben dem bereits erwähnten Problem, dass sich teilweise die QR-Code-App aufhängt, nennen die Lehrkräfte die folgenden Probleme:

(a) MESO2_S_UK 3.2: Die Schülerinnen und Schüler kennen das bzw. ihr WLAN-Passwort nicht.
(b) MESO2_S_UK 3.3: Die Internetverbindung funktioniert nicht.
(c) MESO2_S_UK 3.4: Je nach Gerät bzw. Betriebssystem lassen sich die Videos nicht abspielen.
(d) MESO2_S_UK 3.5: Die Kinder vergessen ihre Smartphones zuhause (im Falle von BYOD-Nutzung).

Neben technischen Schwierigkeiten, ergeben sich auch Risiken bei der Nutzung des digitalen Hilfesystems: So merkt eine Lehrkraft an, dass der Fokus der Lernenden zu Beginn der Implementation hauptsächlich auf den Tablets an sich und nicht auf dem digitalen Hilfesystem lag (MESO2_S_UK 4.1). Darüber hinaus zeigt sich, dass das Hilfesystem häufig schon sehr früh genutzt wird (MESO2_S_UK 4.2) und dass sich die Lernenden häufig direkt zur Lösung durchklicken ohne die einzelnen Stufen der Lernhilfen zu nutzen (MESO2_S_UK 4.3).[168]

> „Einige Schüler gucken sich auch [dagegen] wirklich nur die erste Hilfekarte an und versuchen dann über Überlegungen zum Ergebnis zu kommen. [...] Auf jeden Fall. Die drei Mädels [...] geben recht Acht drauf, dass die erst sich selber was überlegen und wenn es gar nicht mehr geht, dann gucken sie erst in den Hilfekarten nach“ (Lehrkraft 1, 2. Mesozyklus, Mitte, Z. 361-365) – Belegzitat zu MESO2_S_UK 1.11.

Entsprechend sehen einige Lehrkräfte die Formulierungen der Lösung auf der letzten Hilfestufe kritisch und wünschen sich ein Hilfesystem ohne Lösungsfolien (MESO2_S_UK 6.5), auch wenn andere Lehrkräfte dies befürworten (MESO2_S_UK 1.10). Dies wiederum führt zu der Erkenntnis, dass die Tatsache ob die Lösungen in das digitale Hilfesystem integriert werden sollten, lerngruppenabhängig ist (MESO2_S_UK 6.7). Ferner könnte das Problem des Abschreibens durch Lösungen vorne am Lehrerpult (MESO2_S_UK 6.5) oder durch das Lagern der Tablets am Lehrerpult (MESO2_S_UK 6.8) gelöst werden.

Die Tatsache, dass lediglich ein Tablet pro Kleingruppe vorhanden ist, führt ferner teilweise zu Streit (MESO2_S_UK 4.4).

> „Und die nicht so gut sitzen, dass sie das Tablet einfach drehen könnten. Das heißt, es ist oft so, dass jemand von den Schülern das Tablett in der Hand hat und sich die Hilfe sucht, das aufschreibt und die anderen schreiben es dann eigentlich im Grunde von dem anderen ab und bekommen gar nicht so oft die Gelegenheit diese Hilfe tatsächlich zu nutzen“ (Lehrkraft 5, 2. Mesozyklus, Mitte, Z. 320-323).

Entsprechend wünscht sich eine Lehrkraft im Re-Design die Anzahl an Tablets zu erhöhen (MESO2_S_UK 6.2).

Andere Schülerinnen und Schüler nutzen lieber die Hilfe der Lehrkraft und nicht das digitale Hilfesystem oder die Gruppenmitglieder (MESO2_S_UK 4.5). Auch wird die Sprache in den Hilfen als (noch) zu komplex (MESO2_S_UK 4.7) beschrieben, wobei die Lehrkräfte in diesem Zusammenhang das Problem aufzeigen, dass die Schülerinnen und Schüler häufig zu ungenau lesen (MESO2_S_UK 4.6). Ferner haben die Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten beim sprachlichen Verständnis der Aufgabenstellunge(n) (MESO2_S_UK 5.1).

> „Ich glaube, dass das größte Problem der Schüler ist, dass sie die Aufgaben zum Teil nicht verstehen. Einfach von der Formulierung her. Und da können ihnen die Mitschüler dann auch nicht weiterhelfen. Ich glaube, das ist so eines der großen

[168] Nach Aussage einer Lehrkraft hat die (individuell empfundene) Komplexität der Aufgabenstellung einen direkten Einfluss auf das Durchklicken bis zur Lösung (MESO2_S_UK 5.6).

Probleme, wo sie dann mit Hilfe auch scheitern“ (Lehrkraft 6, 2. Mesozyklus, Mitte, Z. 341-344)

Entsprechend wünschen sich die Lehrkräfte eine noch kindgerechtere Sprache – gerade im digitalen Hilfesystem (MESO2_S_UK 6.3). Weitere von den Lehrkräften genannte Probleme, die zu Nachfragen durch die Schülerinnen und Schüler führen, sind organisatorische Probleme (MESO2_S_UK 5.5), soziale Probleme (wie Streit) (MESO2_S_UK 5.2) bzw. technische Probleme (MESO2_S_UK 5.7), wie sie weiter oben beschrieben wurden. Derartige Probleme können jedoch kaum von einem digitalen Hilfesystem gelöst werden – vielmehr muss an dieser Stelle die Lehrkraft intervenieren. Anders sieht dies bei der Problematik des fehlenden Feedbacks im Hilfesystem (MESO2_S_UK 5.4) und der Tatsache, dass die Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten beim Formulieren eines Versuchsprotokolls haben (MESO2_S_UK 5.4), aus.

Ferner sei im Sinne des zyklischen Vorgehens beim DBR an dieser Stelle erwähnt, dass einige Lehrkräfte der Ansicht sind, dass das digitale Hilfesystem nicht weiter verbessert werden muss (MESO2_S_UK 6.1): „da gibt es nichts zu verbessern“ (Lehrkraft 3, 2. Mesozyklus, Ende, Z. 287-288).

In einem Fall werden im Interview am Ende der Studie keine ergänzenden Wünsche mehr genannt (MESO2_S_UK 6.6). Andere Lehrkräfte nennen dagegen Wünsche für die Verbesserung des digitalen Hilfesystems. Diese Wünsche wurden bereits weiter oben beschrieben.

9.3.4.13 Ergebnisse aus den qualitativen Lehrerinterviews zum Arbeitsheft und zu den Experimentiermaterialien

In den Interviews wurden die Lehrkräfte im Sinne der Forderung nach einem praktischen Output beim DBR-Ansatz (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019) ebenfalls nach der Bewertung des Experimentierkoffers und des Arbeitshefts befragt. Insbesondere sollten Verbesserungsmöglichkeiten bzw. Wünsche für das 2. Re-Design erhoben werden. Die Auswertung erfolgte mit qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2015; Kuckartz, 2018).

UK	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
# Cod.	7	2	4	1	6	4	1	1
UK	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
# Cod.	3	2	3	1	5	3	2	1
UK	2.9	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	
# Cod.	1	1	2	1	3	1	1	

Tabelle 103: Anzahl der Codierungen zur Bewertung der Experimentier-Materialien und des Arbeitshefts im 2. Mesozyklus.

Es wurden lediglich die Antworten auf diese Fragen, d.h. die letzten Teile des Interviews, bei der Analyse berücksichtigt. Die Unterkategorien (UK) wurden induktiv aus dem Material heraus entwickelt. Die Intercoder-Reliabilität bei zwei von neun Interviews beträgt 0,91.

Nach Aussage der Lehrkräfte kommen die meisten Schülerinnen und Schüler mit den Experimentiermaterialien gut zurecht (MESO2_EA_UK 1.1). Dies kann sicherlich auch darauf zurückgeführt werden, dass die meisten Materialien den Lernenden bekannt sind (MESO2_EA_UK 1.6). So formuliert eine Lehrkraft:

> „Ja zum Beispiel diese Knete, die sie da hatten, kannten sie. Dann so ein Fähnchen kannten sie. Kannten sie zwar den Astronauten nicht aber diese LEGO oder PLAYMOBIL Sachen [...], haben sie auf jeden Fall wiedererkannt was es war. Es war so dass sie dann irgendwann die Weltkugel dann als Spitzer spezifiziert hatten. Ja also das war schon sehr schülernah würde ich sagen. Also das haben sie gut angenommen“ (Lehrkraft 6, 2. Mesozyklus, Ende, Z. 198-202).

Die gleiche Lehrkraft formuliert darüber hinaus, dass die Lernenden dagegen andere Materialien eher nicht kennen. Dies trifft nach Aussage der Lehrkraft auf die Taschenlampe zu, da den Lernenden in der Regel nur noch die Taschenlampe am Smartphone geläufig ist. Die Sprühflasche wird in diesem Zusammenhang nicht mehr, wie im 1. Mesozyklus, genannt. Gleichzeitig merken die Lehrkräfte an, dass bestimmte Materialien – es wird insbesondere die Taschenlampe genannt – für Unsinn benutzt werden (MESO2_EA_UK 1.3).

Während einzelne Lehrkräfte sagen, dass an den Experimentierkoffern keine Veränderungen notwendig seien (MESO2_EA_UK 1.5), wünschte sich eine Lehrkraft eine andere Taschenlampe, die nicht bei jedem dritten Einschaltvorgang blinkt (MESO2_EA_UK 1.8). Andere Lehrkräfte merken an, dass stärker darauf geachtet werden sollte, dass Materialien nicht kaputt gehen bzw. fehlen (MESO2_EA_UK 1.7). Hierum muss sich jedoch nach Aussage einer Lehrerin die Lehrkraft selber kümmern (MESO2_EA_UK 1.4). Darüber hinaus wird der Wunsch geäußert, dass der Experimentierkoffer nur während der Experimente auf dem Tisch stehen sollte (MESO2_EA_UK 1.2).

Einzelne Lehrkräfte erwähnen in Bezug auf das Arbeitsheft positiv, dass es ansprechend gestaltet (MESO2_EA_UK 2.14) und fachlich angemessen (MESO2_EA_UK 2.13) ist – eine Lehrkraft merkt jedoch an, dass die Aufgaben zu Beginn zu komplex sind (MESO2_EA_UK 2.8). Ferner werden die QR-Codes im Arbeitsheft positiv herausgehoben (MESO2_EA_UK 2.12). Auch die Tatsache, dass das Arbeitsheft bunt gedruckt ist, wird positiv bewertet (MESO2_EA_UK 2.11):

> „Ähm was gut war, dass wirklich alles farbig war. Da konnten die wirklich viel erkennen und auch viel mitnehmen“ (Lehrkraft 1, 2. Mesozyklus, Ende, Z. 155-156).

Während das Arbeitsheft bei einigen Lehrkräften auf Zustimmung trifft (MESO2_EA_UK 2.2) und sie sich keine Veränderungen wünschen (MESO2_EA_UK 2.3), nennen andere Lehrkräfte Verbesserungsvorschläge. Diese Vorschläge sind:

- MESO2_EA_UK 2.1: Anderes Papier für den Ausdruck verwenden.
- MESO2_EA_UK 2.6: Wunsch nach Zwischenfragen zwecks Feedback bzw. Kontrolle.

- MESO2_EA_UK 2.10: Beispielhaft ausgefülltes Versuchsprotokoll am Ende des Arbeitshefts.
- MESO2_EA_UK 2.15: Auslagerung von Tempoaufgaben in ein Extraheft.
- MESO2_EA_UK 2.9: Teilweise sollte das Arbeitsheft kindlicher gestaltet werden.

Ferner äußern andere Lehrkräfte den Wunsch, dass die Aufgaben weiter sprachlich reduziert werden sollten (MESO2_EA_UK 2.5), während andere Lehrkräfte der Ansicht sind, dass sprachliche Reduktionen nicht weiter notwendig sind (MESO2_EA_UK 2.4). Fehlendes sprachliches Verständnis wird hier eher darauf zurückgeführt, dass die Lernenden die Aufgabenstellung nicht richtig lesen (MESO2_EA_UK 2.7) – vgl. auch Abschnitt 9.3.4.12.

> „Also, ja ich finde man muss da gar nicht so viel ändern. Es ist einfach nur richtig Lesen, das ist so. Man muss die dazu kriegen das einfach zu lesen [...]. Aber die lesen einfach nicht“ (Interview 9, 2. Mesozyklus, Ende, Z. 166-167).

9.3.5 Deutung der Ergebnisse und Reflexion

9.3.5.1 Präkonzepte (im Pre-Test)

Die ermittelten Präkonzepte zu allen Inhalten sind in hohem Maße divers (vgl. auch Rott, 2018). Dabei ist zu berücksichtigen, dass es einige wenige, häufig vorkommende Präkonzepte gibt. Andere Präkonzepte sind dagegen selten. Korrekte bzw. physikalische Vorstellungen liegen im Pre-Test bei den Lernenden nur in wenigen Fällen vor.

Wie bei Jung et al. (1986; 1988) haben die meisten Lernenden in dieser Stichprobe die Vorstellung, dass der Lichtstrahl vom Spiegel umgelenkt wird (76%, MESO2_PK_UK 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.6. 1.11, 1.12, 1.14, 1.16) – bei Jung et al. (ebd.) waren es 50% der Lernenden. Insgesamt können ca. 48% der Schülerinnen und Schüler die richtige Richtung angeben (MESO2_PK_UK 1.1, 1.2, 1.6, 1.16), was in etwa dem von Jung et al. (ebd.) ermittelten Wert entspricht. Ferner nutzen 23% dieser Lernenden bereits das Fachwort *Reflexion* bzw. *reflektiert*, um den Vorgang zu beschreiben (MESO2_PK_UK 1.2, 1.4). Entsprechend kann die Aussage von Hagen-Schützenhöfer und Hopf (2018) bestätigt werden, dass eine Vielzahl der Lernenden diesen Fachbegriff bereits kennt. Gleichzeitig gilt es jedoch zu bedenken, dass 10% von 23% die Winkelabhängigkeit nicht beachten (MESO2_PK_UK 1.4). Dabei wird im Regelfall die Winkelabhängigkeit in der Lösung nicht explizit erwähnt und kann nur aus der Zeichnung heraus interpretiert werden. Interessant ist darüber hinaus auch die Aussage eines Kindes, dass der Winkel zwischen einfallendem und ausfallendem Lichtstrahl 90° beträgt (MESO2_PK_UK 1.16), was in diesem Spezialfall korrekt ist. Die Vorstellung bei Jung et al. (1986; 1988), dass der Lichtstrahl auf dem Spiegel liegen bleibt, konnte nicht codiert werden. Eine Vorstellung, die in der gesichteten Literatur nicht genannt wurde, ist die Vorstellung, dass Spiegel Lichtflecken an der Decke erzeugen. Diese Vorstellung ist rein phänomenologisch und erinnert beispielsweise an das gegenseitige Blenden mit einer Armbanduhr. Die übrigen codierten Vorstellungen kommen ebenso vergleichsweise selten vor.

In der Literatur werden im Zusammenhang zum Streuvorgang einige wenige Präkonzepte genannt, welche von der Form *Der Gegenstand wird hell*, *Das Licht wird umgelenkt*, *Das Licht wird verschluckt* sind (vgl. Claus et al., 1982; Jung et al., 1988). Diese Kategorien

konnten auch in den hier präsentierten Daten gefunden werden, wobei die Vorstellung *Das Licht wird vom Gegenstand verschluckt* nur im Post-Test codiert werden konnte. Die Zuordnung, inklusive der prozentualen Häufigkeit ist in Tabelle 104 dargestellt.

Beschreibung aus der Literatur:	Unterkategorie in dieser Datenauswertung:	Prozentualer Anteil in diesen Daten
Der Gegenstand wird hell.	MESO2_PK_UK 6.2	16,8%
Das Licht wird vom Gegenstand reflektiert.	MESO2_PK_UK 6.5	11,7%
Das Licht wird vom Gegenstand verschluckt.	MESO2_PK_UK 6.16	0% im Pre-Test; im Post-Test 2,7%

Tabelle 104: Vergleich der Präkonzepte zur Streuung zwischen den hier vorgestellten Daten und der Literatur.

Eine weitere populäre Vorstellung in den Antworten der Lernenden, welche auch bei Jung et al. (1988) genannt ist – jedoch in einem anderen Zusammenhang – ist, dass die Fläche leuchtet (MESO2_PK_UK 6.3). Die übrigen ermittelten Vorstellungen kommen jeweils nur sehr selten vor. Auffällig ist auch hier, dass ca. 50% der Lernenden keine Vorstellung formuliert haben.

Im Zusammenhang mit den Effekten *Reflexion* (ein Lichtstrahl trifft auf einen Spiegel) und *Streuung* (ein Lichtstrahl trifft auf eine weiße Fläche) ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass eine Vielzahl an Lernenden auch für weiße Flächen den Begriff der *Reflexion* nutzen: Während 20% der Lernenden den Fachbegriff *Reflexion* nur im Zusammenhang mit dem Spiegel nennen (MESO2_PK_UK 4.1), nutzen 4,5% der Lernenden den Begriff sowohl für den Spiegel, als auch für die weiße Fläche (MESO2_PK_UK 4.2). 3,4% der Lernenden nutzen den Begriff *Reflexion* sogar nur für weiße Flächen (MESO2_PK_UK 4.4). Gleichzeitig zeigt sich auch, dass in einer Vielzahl der Äußerungen, die in MESO2_PK_UK 6.5 getätigt wurden, das Fachwort *Reflexion* verwendet wurde.

In der Literatur werden eine Reihe von Präkonzepten zum Sehvorgang genannt (vgl. Abschnitt 5.3.1). Einige dieser Präkonzepte konnten auch in den Daten dieser Studie gefunden werden. Die Vorstellung, dass nur die Augen relevant sind (MESO2_PK_UK 11.1) bzw. man zum Gegenstand hinschaut findet man auch bei Jung et al., (1986; 1988). Auch die Vorstellung, dass man das Blatt sehen kann, weil es vor einem liegt (MESO2_PK_UK 11.2) konnten Jung et al. (1986; 1988) nachweisen. Die Vorstellung MESO2_PK_UK 11.6 (*Wegen dem Licht*) findet man z.B. bei Collins et al. (1998), wie auch die Vorstellung *Licht trifft in meine Augen; dann kann ich das Blatt sehen* (MESO2_PK_UK 11.9). Auch die Vorstellung, dass das Blatt beleuchtet sein muss (MESO2_PK_UK 11.5), findet man mehrfach in der Literatur (z.B. Claus et al., 1982). Weitere (in den Daten selten vorkommende) Vorstellungen, konnten in der gesichteten Literatur nicht gefunden werden.

Ähnlich wie bei Jung et al. (1986; 1988) zeigt sich, dass die Vorstellung *Weil ich Augen habe* bei den Schülerinnen und Schülern sehr populär ist (ca. 24% der Lernenden haben diese Vorstellung im Vergleich zu 70% der Lernenden bei Jung et al (ebd.)). Die bei Jung et al. (1986; 1988) mit 25% sehr häufig vorkommende Vorstellung *Weil es ein Gegenstand ist*, wurde in den hier präsentierten Daten nur in 7,3% der Fälle codiert. Darüber hinaus ist auch in den hier präsentierten Daten die Vorstellung der Existenz von Licht mit ca. 13% Codierungen selten, im Vergleich zu den Ergebnissen von Jung et al. (1986; 1988) – keine Nennung – bzw. Claus et al. (1982) – 2 von 17 Lernenden – jedoch häufig (MESO2_PK_UK 11.5, 11.6, 11.8, 11.12; 11.14; 11.15). Insbesondere zeigt sich, dass die

Vorstellungen die Licht und Auge berücksichtigen seltener sind und es kann somit nicht davon ausgegangen werden, dass die Lernenden derartige Zusammenhänge bzw. Konzepte vor der Thematisierung im Unterricht kennen bzw. ihrer Vorstellung entsprechen. Auffällig ist darüber hinaus, dass ca. 42% der Lernenden keine Vorstellung formuliert haben. Dies lässt sich im Sinne von Claus et al (1982) bzw. Murmann (2002) derart interpretieren, dass sich die meisten Lernenden vorher nie mit der Frage nach dem Sehen beschäftigt haben.

Während in der gesichteten Literatur keine Präkonzepte zur Absorption genannt wurden, liegen Präkonzepte zur Farbe von Gegenständen vor. Ähnlich wie bei Blumör (1993) zu den Vorstellungen warum ein grüner Gegenstand grün aussieht, lassen sich auch bei der Frage, warum ein schwarzer Gegenstand schwarz ist, analoge Vorstellungen finden. Während bei Blumör (ebd.) 21% der Lernenden keine Antwort auf diese Frage nennen, sind es in den hier beschriebenen Daten ca. 43,5%. Auch in diesen Daten wird die Begründung in der Farbe des Gegenstandes (MESO2_PK_UK 8.1) gesehen (ca. 28% der Lernenden; bei Blumör (ebd.) nur 11%; in der Studie von Jung et al. (1988) 48,7%). Die Vorstellung MESO2_PK_UK 8.2 (*Wegen meiner Augen*) liegt in dieser simplen Form nicht in der gesichteten Literatur vor. In den vorliegenden Daten kommt sie mit fast 12% relativ häufig vor. Ferner ist Vorstellung MESO2_PK_UK 8.4 (*Weil schwarz keine Farbe ist*) mit 7,3% ebenfalls recht häufig. In der gesichteten Literatur konnten für diese Vorstellung keine Belege gefunden werden. Gleichzeitig ist es fraglich, inwiefern diese Vorstellung die Tatsache erklärt, dass ein schwarzer Gegenstand schwarz aussieht. Die übrigen Vorstellungen sind vergleichsweise selten.

Zur Schattenentstehung sind die aus diesen Daten ermittelten Präkonzepte ebenfalls sehr divers. Die von Feher und Rice (1988) gefundenen Kriterien a) *Ein Schatten entsteht, wenn Licht von einem Gegenstand abgeblockt wird* und b) *Ein Schatten entsteht, wenn Licht vom Gegenstand abgelenkt wird* konnten in MESO2_PK_UK 3.7 ebenfalls gefunden werden (ca. 20%), allerdings konnte hier keine klare Trennung zwischen diesen Kategorien vorgenommen werden. Gleichzeitig begründen einzelne Lernende, warum der Gegenstand das Licht blockiert, wobei als Gründe genannt werden, dass der Gegenstand nicht transparent (MESO2_PK_UK 3.8) bzw. zu lang ist (MESO2_PK_UK 3.12). Die von Feher und Rice (1988) bzw. Brickhouse (1994) gefundene Vorstellung, dass der Schatten ein Abbild des Gegenstandes ist, in den hier beschriebenen Daten ebenfalls nachweisbar (vgl. MESO2_PK_UK 3.9) – sie ist jedoch vergleichsweise selten.

Auch die Vorstellung, dass Licht für das Entstehen von Schatten notwendig ist, ist populär (MESO2_PK_UK 3.4; 3.5; 9%; vgl. auch Feher & Rice, 1988), wobei zwischen der Anwesenheit einer Lichtquelle (MESO2_PK_UK 3.4) und der Beleuchtung des Gegenstandes (MESO2_PK_UK 3.5) unterschieden werden kann. Darüber hinaus argumentieren 6,2% der Lernenden damit, dass die Richtung, aus der die Lichtquelle leuchtet, entscheidend für den Schatten ist (MESO2_PK_UK 3.7).

Häufig kommt mit ca. 12% dagegen die Vorstellung vor, dass der Schatten nicht beleuchtet ist (MESO2_PK_UK 3.2) – vgl. auch Wiesner und Claus (1985). Gleichzeitig formulieren ca. 37% der Lernenden keine Vorstellungen und ein vollständiges physikalisches Konzept zur Schattenentstehung liegt im Pre-Test nur bei vier Kindern, d.h. etwa 2% der Lernenden, vor. Die übrigen Vorstellungen, die in der gesichteten Literatur nicht beschrieben werden, sind ebenfalls eher selten.

In der gesichteten Literatur gibt es ferner zum jetzigen Zeitpunkt kaum Erkenntnisse zu Schülervorstellungen zu Finsternissen. Die Auswertung der Daten in dieser Studie zeigt auf, dass die Schülerinnen und Schüler häufig die Vorstellung aufweisen, dass sich bei

einer Sonnenfinsternis der Mond vor die Sonne schiebt (MESO2_PK_UK 5.2; vgl. auch Barnett & Morran, 2002). Diese Vorstellung ist nicht falsch, allerdings auch nur rein phänomenologisch geprägt. Darüber hinaus ist die Vorstellung populär, dass sich bei einer Sonnenfinsternis Sonne und Mond treffen. Dabei wird die Reihenfolge jedoch nicht klar (MESO2_PK_UK 5.4). Die physikalisch korrekte Vorstellung, dass sich bei einer Sonnenfinsternis Sonne, Mond und Erde in dieser Reihenfolge auf einer Linie befinden, kommt dagegen vergleichsweise selten vor (MESO2_PK_UK 5.3). Die übrigen von den Lernenden genannten Vorstellungen sind selten.

Während die Lernenden Vorstellungen zum Entstehen einer Sonnenfinsternis äußern, ist dies bei der Mondfinsternis bei vielen Lernenden nicht der Fall. Die populärste, geäußerte Vorstellung der Lernenden ist, dass sich bei einer Mondfinsternis die Sonne vor den Mond schiebt. Dabei ist diese naive Vorstellung sehr ähnlich zur Vorstellung der Sonnenfinsternis, dass sich der Mond vor die Sonne schiebt. Bei der Mondfinsternis wird lediglich die Reihenfolge von Mond und Sonne getauscht. Die übrigen Vorstellungen sind sehr selten. So setzt ein Kind die Mondfinsternis und den Neumond gleich, was wie bei Baxter (1989) darauf hindeutet, dass der Zusammenhang zwischen Finsternissen und den Mondphasen für Lernende verwirrend ist. Die richtige Vorstellung (MESO2_PK_UK 9.3) wird nur von drei Kindern geäußert.

Baxter (1989) bzw. Hermann und Lewis (2003) konnten bei Schülerinnen und Schülern im Alter von 9 bis 16 Jahren fünf häufig vorkommende Präkonzepte zur Entstehung der Mondphasen nachweisen. Diese Präkonzepte sind: 1) *Wolken schieben sich vor den Mond*, 2) *Planeten werfen einen Schatten auf den Mond*, 3) *Der Mond schiebt sich hinter die Sonne*, 4) *Der Schatten der Erde fällt auf den Mond*, 5) *der korrekte wissenschaftliche Standpunkt* (ebd.). Dabei ist Vorstellung 4) besonders populär. In den Daten dieser Studie konnten lediglich die Vorstellungen 3) MESO2_PK_UK 10.2, 4) MESO2_PK_UK 10.5 und 5) MESO2_PK_UK 10.8 bei Baxter (1989) bzw. Hermann und Lewis (2003) in den Zeichnungen der Lernenden in Item 10 gefunden werden. Dabei sind MESO2_PK_UK 10.2 und MESO2_PK_UK 10.5 ähnlich populär. Gleichzeitig gibt es im Pre-Test eine Reihe an weiteren Vorstellungen: So ist beispielsweise die Vorstellung recht beliebt, dass sich bei den Mondphasen der Mond vor die Sonne schiebt (MESO2_PK_UK 10.6 und MESO2_PK_UK 10.7). Andere Lernende zeichnen, dass sich bei einem Halbmond der Mond hinter der Erde befindet. Dies ist jedoch nicht mit der klassischen Schattenvorstellung (Vorstellung 4 bei Baxter (1989) bzw. Hermann und Lewis (2003); MESO2_PK_UK 10.5) zum Entstehen eines Halbmonds zu verstehen. Andere Vorstellungen, wie MESO2_PK_UK 10.4 und MESO2_PK_UK 10.11 deuten darüber hinaus darauf hin, dass die Lernenden sich die Größenverhältnisse (z.B. Größe der Sonne im Vergleich zum Abstand Erde/Mond) nicht vorstellen können bzw. sie ihnen nicht bekannt sind.

Erstaunlich ist darüber hinaus, dass die in der Literatur vorkommenden Präkonzepte 3) und 5) bei Baxter (1989) bzw. Hermann und Lewis (2003) lediglich bei der zeichnerischen Erhebung der Vorstellungen gefunden wurden. Ferner wurde die Schattenvorstellung im Pre-Test in den schriftlichen Antworten nur einmal codiert. Es zeigt sich, dass nur sehr wenige Schülerinnen und Schüler überhaupt eine Vorstellung äußern. Neben der Tatsache, dass es sich bei den Mondphasen um ein recht komplexes Phänomen handelt – nach Brunsell und Marcks (2007) verstehen nur 6% der Sechstklässler wie die Mondphasen entstehen – mag dies auch am möglicherweise unbekannten Fachbegriff Mondphasen liegen.

Die formulierten Erklärungen der Lernenden in Item 7 zum Entstehen der Mondphasen bestehen dagegen ähnlich wie bei Stahly et al. (1999) zumeist aus Teilerklärungen der Mondphasen, wie z.B. *Die Mondphasen entstehen, weil sich der Mond um die Erde bewegt* oder *Die Mondphasen entstehen, weil der Mond von der Sonne unterschiedlich beleuchtet wird*. Auch werden von zwei Lernenden Mondphasen als Phasen einer Finsternis verstanden (vgl. Baxter, 1989).

Die Ergebnisse zeigen, dass die – häufig in den 80er und 90er Jahren in Grundschulen ermittelten Präkonzepte – zum großen Teil auch in den untersuchten inklusiven Lerngruppen der Orientierungsstufe vorliegen. Gleichzeitig unterscheidet sich, je nach Präkonzept, die Häufigkeit der einzelnen Vorstellungen zwischen der Literatur und den hier präsentierten Daten. Zusätzlich konnten weitere Präkonzepte zu den einzelnen Inhalten ermittelt werden, die jedoch häufig nur sehr selten vorkommen. Gleichzeitig muss beachtet werden, dass bei den meisten Fragen eine Vielzahl an Lernenden keine Vorstellung formuliert hat. Neben möglicherweise nicht ausreichender Lesekompetenz und schriftsprachlichen Defiziten (vgl. Abschnitt 10.4), deutet dies darauf hin, dass nicht wenige Lernende keine Vorstellungen vom Entstehen der Phänomene haben. Gegebenenfalls haben sie sich nie mit den Phänomenen beschäftigt bzw. sie sind ihnen teilweise nicht bekannt (vgl. z.B. die Ergebnisse von Brämer und Koll (2017) zur Kenntnis der Mondphasen).

9.3.5.2 Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen im Pre- und Post-Test – Deutung der quantitativen und qualitativen Erkenntnisse

Die quantitative Auswertung des Leitungstests zeigt auf, dass es zu einem Kompetenzzuwachs auf Seite der Schülerinnen und Schüler kommt. Dennoch ist der Kompetenzzuwachs im Mittel als nicht zufriedenstellend zu bezeichnen, da die Schülerinnen und Schüler nur eine geringe Gesamtpunktzahl (im Vergleich zu $14 \cdot 3 = 52$ möglichen Punkten) erreichen.

Gleichzeitig konnte der Forderung von McMaster und Fuchs (2002), dass durch inklusiven Unterricht die Lücke zwischen Lernenden mit und ohne Unterstützungsbedarf verringert werden sollte, insofern nachgekommen werden, dass sich die Lücke zumindest nicht vergrößert hat bzw. eine im Mittel ähnliche Kompetenzsteigerung erreicht werden konnte.

Während sich die geringe Mittelwertveränderung in Item 2b darauf zurückführen lässt, dass die Lernenden bereits im Pre-Test einen hohen Wert erreichen und gleichzeitig der Inhalt nicht explizit in der Lernumgebung thematisiert wird, trifft dies auf die übrigen Items nicht zu. Insbesondere die Mittelwerte im Post-Test der Items 3 (Schattenentstehung), 4 (Fachbegriffe Reflexion, Streuung, Absorption), 6 (Licht trifft auf eine weiße Fläche), 7 (Erklärung der Mondphasen), 8 (Erklärung, warum eine schwarze Fläche schwarz aussieht), 9 (Erklärung der Mondfinsternis), 10 (Skizze zur Erklärung der Mondphasen), 11 (Sehvorgang) und 12a (Fachbegriffe zur Beschreibung des Schattenbildes bei zwei Lichtquellen), sowie 12b (Erklärung des Schattenbildes bei zwei Lichtquellen) sind nicht zufriedenstellend. Dabei ist erstaunlich, dass die Items 2a und 8, die ähnliche Kompetenzen messen, sich durch stark unterschiedliche Mittelwerte im Pre- und Post-Test auszeichnen. Entsprechend liegt hier eine Kontextabhängigkeit vor, welche die Bewertung des Verständnisses der Thematik *Licht trifft auf schwarze Flächen* erschwert.

Bei den Items 7 und 10 dagegen, welche beide das Verständnis der Entstehung der Mondphasen evaluieren, liegen ähnliche, geringe Mittelwerte im Pre- und Post-Test vor.

Hierbei zeigt sich insbesondere, dass die Thematik der Mondphasen im Sinne des *Student Directed Inquiry* (Bonnstetter, 1998) für Schülerinnen und Schüler in inklusiven Lerngruppen der Orientierungsstufe recht komplex ist. Dies wurde bereits von einer Lehrkraft im 1. Mesozyklus kritisch angemerkt (vgl. Abschnitt 9.1.5.1). Ein ähnliches Ergebnis zeigt auch die qualitative Auswertung dieser Items im Post-Test. Während im Pre-Test 156 Lernende keine Vorstellung formuliert haben, sind es im Post-Test noch 84 Schülerinnen und Schüler. Zwar beschreiben im Vergleich zum Pre-Test (4 Lernende) nun 29 Lernende in Item 7 was Mondphasen sind, eine vollständige, physikalisch korrekte Erklärung, wird jedoch nur von 7 Lernenden gegeben. Gleichzeitig zeichnen sich die gegebenen Antworten bzw. geäußerten Vorstellungen dadurch aus, dass sie häufig bestimmte Aspekte des Entstehens der Mondphasen berücksichtigen. Besonders interessant sind die Vorstellungen MESO2_PK_UK 7.5 (Mondphasen als Phasen einer Finsternis), MESO2_PK_UK 7.11 (Schattenvorstellung) bzw. MESO2_PK_UK 7.16 (Sonne verdeckt den Mond teilweise), weil sie auch in den Zeichnungen von Item 10 nachgewiesen werden konnten (vgl. MESO2_PK_UK 7.5 = MESO2_PK_UK 10.6, MESO2_PK_UK 7.11 = MESO2_PK_UK 10.5 und MESO2_PK_UK 7.16 = MESO2_PK_UK 10.2). Gleichzeitig zeigt sich, dass die in der Literatur häufig genannte Schattenvorstellung (Brunsell & Marcks, 2007; Trundle & Troland, 2005, Schoon, 1992, Hermann & Lewis, 2003) in der schriftlichen Antwort bei Item 7 (3 Codierungen im Post-Test) selten und in der zeichnerischen Darstellung bei Item 10 vergleichsweise häufig (22 Codierungen) codiert wurde. Ferner zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler – auch im Post-Test Schwierigkeiten mit den Abstands- und Größenverhältnissen haben. Insbesondere wird die Sonne häufig zu klein gezeichnet, was wiederum Auswirkungen auf das Verständnis hat (vgl. z.B. MESO2_PK_UK 10.11) bzw. dass den Lernenden nicht bewusst ist, dass die Sonne viel weiter von der Erde entfernt ist, als der Mond von der Erde (MESO2_PK_UK 10.4). Darüber hinaus ergeben sich Vorstellungen, die eher zur Erklärung einer Mond- bzw. Sonnenfinsternis (Sonne, Erde, Mond auf einer Linie) passen würden (MESO2_PK_UK 10.3 bzw. MESO2_PK_UK 10.7). Ähnliche Verwechslungen lassen sich auch bei den Erklärungen von Sonnen- und Mondfinsternis in den Items 5 und 9 festmachen (vgl. MESO2_PK_UK 5.6; MESO2_PK_UK 5.13; MESO2_PK_UK 9.4; MESO2_PK_UK 9.6). Gleichzeitig begründen eine Vielzahl an Lernenden die Mondfinsternis dadurch, dass sich die Sonne vor den Mond schiebt bzw., dass Mond, Sonne und Erde (in dieser Reihenfolge) auf einer Linie sind (MESO2_PK_UK 9.2; MESO2_PK_UK 9.5). Dies deutet ebenfalls auf Probleme in der Kenntnis der Abstandsverhältnisse zwischen Sonne, Erde und Mond hin.

Insbesondere bei der Sonnenfinsternis können eine Vielzahl an Schülerinnen und Schülern im Post-Test beschreiben, dass sich bei diesem Phänomen Sonne, Erde und Mond auf einer Linie befinden. In den meisten Antworten wird dies jedoch eher anhand der Zeichnungen erkennbar, da die schriftliche Begründung trotzdem *Weil sich der Mond vor die Sonne schiebt* lautet. Dennoch vollziehen die Lernenden hier einen Konzeptwechsel. Dieser Konzeptwechsel erscheint umso wichtiger, um die naive Vorstellung der Mondfinsternis (*Die Sonne schiebt sich vor den Mond*) zu vermeiden. Der Fokus im Re-Design sollte hierauf gerichtet werden. Darüber hinaus gilt es beim 2. Re-Design noch einmal stärker auf die Abstandsverhältnisse und die Unterschiede zwischen den Phänomenen einzugehen.

Auch dem Inhalt Schattenentstehung in den Items 3 und 12a[169] bzw. 12b liegen geringe Kompetenzzuwächse vor. Weil das Grundkonzept der Schattenentstehung bei einer Lichtquelle als Grundlage für das Schattenbild bei zwei Lichtquellen relevant ist, wird hier

[169] Die Ergebnisse in Items 12a zeigen, dass die Lernenden die Fachbegriffe Kern- und Halbschatten nicht bzw. nur unzureichend verwenden.

lediglich auf die qualitativen Daten im Post-Test bei Item 3 eingegangen. Es zeigt sich anhand dieser qualitativ gewonnenen Daten, dass die Schülerinnen und Schüler zwar häufig begründen, dass das Licht vom Holzklotz abgeblockt wird (MESO2_PK_UK 3.7) – es wird jedoch nur in wenigen Fällen ein Grund hierfür genannt (MESO2_PK_UK 3.8). Entsprechend gilt es dies explizit im 2. Re-Design zu berücksichtigen. Ähnliche Schwierigkeiten bei der Verwendung von Fachbegriffen zeigen sich in den Items 1, 4 und 6: Zwar wird der Begriff der *Reflexion* von einer Vielzahl an Schülerinnen und Schülern in Item 1 korrekt verwendet (MESO2_PK_UK 1.2), andere Schülerinnen und Schüler berücksichtigen jedoch nicht die Winkelabhängigkeit (MESO2_PK_UK 1.4). Insbesondere wird der Fachbegriff *Reflexion* allgemein im Sinne von *umgelenkt* verwendet. Eine Unterscheidung zwischen *Reflexion* und *Streuung* findet nicht statt. Dies erklärt auch, warum die Lernenden den Begriff häufig auch im Zusammenhang mit dem Streuvorgang nutzen. Entsprechend gilt es die Phänomene *Reflexion* und *Streuung* im 2. Re-Design stärker voneinander abzugrenzen.

Insgesamt zeigt sich, dass eine Vielzahl der selten vorkommenden Präkonzepte im Post-Test nicht mehr vorliegen. Gerade die häufig vorkommenden Präkonzepte liegen jedoch nicht selten auch im Post-Test in ähnlicher, quantitativer Ausprägung vor. Somit erscheint es sinnvoll die Diversität der Präkonzepte im 2. Re-Design stärker zu berücksichtigen.

9.3.5.3 Förderung von Arbeits- und Sozialverhalten – Berücksichtigung quantitativer und qualitativer Daten

Neben den Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen zielt das Modell dualer Unterrichtsplanung (vgl. Abschnitt 3.4.2.4) auch auf die Förderung von Entwicklungsbereichen bzw. -aspekten ab. Die gewonnenen Daten zeigen signifikant höhere Werte in den Skalen zum Sozialverhalten Kooperation, Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft, sowie Sozialkontakt und den Skalen zum Lern- und Arbeitsverhalten, Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer, Konzentration und Selbstständigkeit im Post-Test auf. Dies deutet auf darauf hin, dass es zu einer Förderung der Kompetenzen des Arbeits- und Sozialverhaltens kommt. Diesbezüglich ist jedoch zu beachten, dass im Sinne von Rost (2013) ein vor-experimentelles Design genutzt wurde. Bei derartigen Designs lässt sich – aufgrund fehlender Vergleichsgruppen – nicht abgesichert die Aussage treffen, dass die Lernumgebung für die Veränderungen verantwortlich ist (ebd.).

Bezogen auf den Entwicklungsaspekt der Selbstständigkeit liegen jedoch zusätzlich zu den Daten der LSL (Petermann & Petermann, 2013) auch Aussagen aus den mit den Lehrkräften geführten Lehrerinterviews vor. Die Aussagen der Lehrkräfte deuten darauf hin, dass die Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung selbstständiger arbeiten können und insbesondere weniger Fragen an die Lehrkraft stellen. Dies trifft sowohl auf die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (18 Codierungen von MESO2_S_UK 1.1, als auch auf die Gruppe der übrigen Lernenden zu (15 Codierungen von MESO2_S_UK 1.1 – zusätzliche 16 Codierungen beziehen sich auf alle Lernenden). Ähnliche Schlüsse lassen sich auch aus den Items 41 (Führt eine Aufgabe vollständig allein aus) und 42 (Holt nur Hilfe, wenn dies die Aufgabe erfordert) der LSL (Petermann & Petermann, 2013) gewinnen, welche jeweils einen signifikant höheren Summenscore im Post-Wert aufweisen.[170] Gleichzeitig zeigt sich in den mit den Interviews gewonnenen Daten, dass ein selbstständigeres Arbeiten nicht von Beginn an gelingt,

[170] In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass Verhaltensscreenings mit der LSL (Petermann & Petermann, 2013) und die in den Interviews getätigten Aussagen jeweils von den Lehrkräften stammen.

sondern, dass sich die Lernenden an die Lernumgebung und vor allem das digitale Unterstützungssystem gewöhnen müssen (MESO2_S_UK 2.1). Dennoch scheint es unter Berücksichtigung der Daten aus der LSL (Petermann & Petermann, 2013) und der Lehrerinterviews so, dass die Selbstständigkeit der Lernenden gefördert werden kann. Die in der Orientierungsstufe noch häufig vorkommenden Fragen der Lernenden (Schulz-Wensky, 1996) konnten reduziert werden, wobei die Unterstützung der Lernenden von der Lehrkraft auf eine non-personelle Maßnahme (vgl. Wocken, 2013) – das digitale Hilfesystem – übertragen wurde. Durch den geringeren Anteil an Rückfragen sollten die Lehrkräfte entlastet werden (Klippert, 2001; Wember, 2013; Wocken, 2013; Helmke, 2015), wodurch sie sich stärker um die aufkommenden Probleme (Schulz-Wensky, 1996) bzw. intensiver um Schülerinnen und Schüler, welche gezieltere Unterstützung benötigen, kümmern können (Klippert, 2001; Wocken, 2013).

Darüber hinaus zeigt sich, dass der grundlegende Aufbau des Hilfesystems auf Unterstützung bei den Lehrkräften trifft, auch wenn sich einige Schwierigkeiten ergeben haben. Durch eine Vielzahl von Änderungen vom Design zum 1. Re-Design konnten Probleme wie das Finden der Hilfekarten gelöst werden. Insbesondere zeigen sich unterschiedliche Meinungen der Lehrkräfte dazu, inwiefern die Lösungen der Aufgabenstellung auf der letzten Hilfekarte genannt werden sollen (z.B. MESO2_S_UK 4.3, MESO2_S_UK 6.5). Ferner wird von den Lehrkräften angemerkt, dass das sprachliche Verständnis der Aufgabenstellungen bzw. Hilfen für einige Schülerinnen und Schüler noch immer eine Hürde darstellt, welche einem (noch) selbstständigeren Arbeiten im Weg steht – entsprechend wünschen sich die Lehrkräfte eine (noch) kindgerechtere Sprache (MESO2_S_UK 6.3). Ferner gilt es den Fokus bei der Weiterentwicklung des digitalen Hilfesystems verstärkt auf lernschwächere Schülerinnen und Schüler – z.B. solche mit Lernstörungen – zu legen. Gleichzeitig sollte das Problem, dass die Schülerinnen und Schüler die Aufgabenstellungen zu ungenau lesen, vom Hilfesystem im 2. Re-Design stärker antizipiert und berücksichtigt werden (MESO2_S_UK 4.6).

Auch bezogen auf den Entwicklungsaspekt der Kooperation unter zusätzlicher Berücksichtigung der Hilfsbereitschaft der Lernenden kommt es zu signifikanten Verbesserungen vom Pre- zum Post-Test, wobei die Effektstärken im mittleren (Hilfsbereitschaft und Einfühlungsvermögen) und starken Bereich (Kooperation) liegen. Durch die Schilderungen der Lehrkräfte zeigt sich insbesondere, dass sich die Schülerinnen und Schüler in den Kleingruppen häufig gegenseitig aus eigener Initiative unterstützen (MESO2_SIH_UK 5.1). Dies schließt insbesondere auch mit ein, dass den Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen aus Sicht der Lehrkräfte geholfen wird, sie jedoch auch selber ihre Gruppenmitglieder unterstützen (vgl. auch Item 16 in der LSL, Petermann & Petermann, 2013) – andere Lernende wiederum wollen keine Hilfe von ihren Mitschülerinnen und Mitschülern annehmen (MESO2_SIH_UK 5.2) bzw. sich nicht gegenseitig unterstützen (MESO2_SIH_UK 5.7). Gleichzeitig ist jedoch das Hilfesystem recht präsent und verringert teilweise die gegenseitige Unterstützung. Hier gilt es im 2. Re-Design entsprechende Anmerkungen im digitalen Hilfesystem zu integrieren (MESO2_SIH_UK 5.5). Ferner ergibt sich, dass den Schülerinnen und Schülern, die in einer vorherigen Stunde erkrankt waren, in der Regel nur durch das Bereitstellen des Arbeitshefts zum Abschreiben geholfen wird (MESO2_SIH_UK 5.1.3). Dieser Aspekt muss beim Re-Design ebenfalls berücksichtigt werden. Dabei gilt es besonders, die Lernenden noch stärker auf den sozialen Auftrag aufmerksam zu machen (MESO2_SIH_UK 4.5) und gegebenenfalls Sonderregelungen zu finden (MESO2_SIH_UK 4.6). Auch kann hier die Lehrkraft, die durch das

selbstständigere Arbeiten der Lernenden Freiheiten erhält, stärker integriert werden (MESO2_SIH_UK 4.9). Die übrigen von den Lehrkräften vorgeschlagenen Unterstützungsmöglichkeiten zur Nacharbeitung (Schüler aus der Lerngruppe als Experten und Zusatzaufgaben für diejenigen Lernenden, die in der vorherigen Stunde anwesend waren) erscheinen dagegen aus praktischen bzw. lernumgebungsbezogenen Gründen nicht realisierbar.

9.3.5.4 Soziale Integration

Soziale Integration im Sinne von Koster et al. (2009a; 2009b) ist ein mehrdimensionales Konstrukt und besteht aus den vier Facetten „student‘s social self-perception“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214), „acceptance by classmates“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214), „friedships/relationships“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) und „contacts/interactions“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214). In dieser Studie wurden die beiden erstgenannten Facetten durch den FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) und die soziometrische Erhebung mit der Fragenstellung, mit wem die Lernenden (nicht) gemeinsam experimentieren wollen, berücksichtigt. Gleichzeitig können Selbsteinschätzungen der Lernenden auch durch die Analyse der Eigenwahlen der Schülerinnen und Schüler analysiert werden (Kulawiak & Wilbert, 2015). Zusätzlich wurde die soziale Integration bzw. Schwierigkeiten mit der sozialen Integration aus Lehrersicht in den Interviews erhoben.

Die beiden Aspekte „student‘s social self-perception“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) und „acceptance by classmates“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) werden zunächst getrennt voneinander gedeutet und anschließend miteinander in Verbindung gebracht. Die gewonnenen subjektiven Erkenntnisse aus den Lehrerinterviews werden ebenfalls berücksichtigt bzw. miteinander trianguliert.

Nach Kulawiak und Wilbert (2015) sind die vergebenen Ablehnungen bzw. Wahlen ein Maß für die soziale Integration. Genauer gesagt drücken diese – im Vergleich zu den von den Mitschülerinnen und Mitschülern vergebenen Wahlen und Ablehnungen – eher die subjektiv vom Kind empfundene soziale Integration aus und sind entsprechend, wie auch der FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016), ein Maß für die „student‘s social self-perception“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214). Insgesamt verteilen die Schülerinnen und Schüler im Mittel sowohl auf Ebene der Kleingruppe signifikant weniger Ablehnungen und signifikant mehr Wahlen. Die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen verteilen ebenfalls im Mittel mehr Wahlen an die Mitglieder ihrer Kleingruppe, während die übrigen Lernenden signifikant mehr Wahlen und weniger Ablehnungen an ihre Mitschülerinnen und Mitschüler verteilen. Gründe hierfür (aus den Lehrerinterviews) können sein, dass die Lernenden eine ähnliche Motivation bzw. gemeinsame Ziele wie ihre Gruppenmitglieder haben (MESO2_SIH_UK 3.3), weniger externalisierendes Verhalten als im regulären Unterricht oder ein positiveres Arbeitsverhalten zeigen (MESO2_SIH_UK 3.5). Diesbezüglich spielt es eine Rolle, ob die Lernenden sich an die Gruppennorm anpassen können (vgl. MESO2_SIH_UK 3.8). Auch spielen die sozialen Kompetenzen der übrigen Lernenden eine entscheidende Rolle (MESO2_SIH_UK 3.7).

Zusammenfassend lässt sich zu den Ergebnissen der Eigenwahlen in der soziometrischen Ergebung formulieren, dass sich dieser Aspekt der sozialen Integration von Pre- zum Post-Test positiv verändert. Die Ergebnisse des FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) sind ähnlich: Für die Skalen Soziale Integration und die Skala Klassenklima liegen im Post-Test im Mittel signifikant höhere Summenscores vor. Entsprechend verbessern sich die soziale

Integration und das Klassenklima. Für die Teilgruppe der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen allein sind die Mittelwertunterschiede dagegen nicht signifikant. Eine Betrachtung der Ränge im Wilcoxon-Test zeigt, dass sich bei einzelnen Schülerinnen und Schülern die empfundene soziale Integration verbessert, während sie sich bei anderen Lernenden verschlechtert bzw. gleichbleibt. Im Mittel zeigt sich dennoch ein höherer Summenscore im Post-Test. Diesbezüglich ist, wie bereits in Abschnitt 9.3.4.9 beschrieben, zu erwähnen, dass die Werte in der Skala Soziale Integration bereits zu Beginn vergleichsweise hoch sind, sodass gegebenenfalls ein Deckeneffekt vorliegt (vgl. Bortz & Döring, 2015). Für die übrigen Lernenden zeigt sich darüber hinaus in der Skala Soziale Integration ein signifikant höherer Summenscore. Folglich kommt es bei ihnen zu einer Förderung der empfundenen sozialen Integration.

Für die Skala Klassenklima, die eng mit dem SEL (z.B. Jennings & Greenberg, 2009) und damit auch der sozialen Integration verbunden ist, sind die im Post-Test ermittelten Summenscores sowohl für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen signifikant höher als im Pre-Test. Folglich verbessert sich das Klassenklima. Zusammenfassend lässt sich formulieren, dass es ausgehend von den Daten der Soziometrie (mit Fokus auf die Eigenwahlen) und der Daten aus dem FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) insgesamt zu einer Verbesserung der Selbstwahrnehmung der sozialen Integration kommt, auch wenn sich derartige Effekte für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen nicht nachweisbar sind.

Auch bezogen auf den Teilaspekt der Fremdwahlen und Fremdakzeptanz (vgl. „acceptance by classmates“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214)) lässt sich eine Verbesserung der sozialen Integration feststellen: Während es insgesamt unter Berücksichtigung der gesamten Lerngruppe als Bezugsgruppe zu signifikant mehr Wahlen und signifikant weniger Ablehnungen kommt, zeigen die beiden Teilgruppen (Lernende mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen, ca. 20% der Lerngruppe und übrige Lernende) unterschiedliche Ergebnisse: Bei den Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweise, die im Pre-Test signifikant mehr Ablehnungen und weniger Nicht-Nominierungen als die übrigen Lernenden erhalten, erhalten im Vergleich zum Post-Test signifikant weniger Ablehnungen im Vergleich zum Pre-Test. Die übrigen Lernenden erhalten im Vergleich zum Pre-Test ebenfalls signifikant weniger Ablehnungen und gleichzeitig signifikant mehr Wahlen. Der Unterschied in den beiden Gruppen ist somit, dass es für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten Verhaltensweisen schwieriger ist im Post-Test mehr Wahlen zu erhalten als für die übrigen Lernenden. In beiden Fällen kommt es jedoch – bedingt durch im Mittel weniger Ablehnungen – zu einer Verbesserung der sozialen Integration der Lernenden im Vergleich vom Pre- zum Post-Test.

Im Sinne des DBR-Ansatzes wurde aus den ermittelten Problemen im 1. Mesozyklus heraus das Re-Design entwickelt (vgl. Edelson, 2002), wobei insbesondere methodische Grundlagen des Designs abgewandelt wurden. Es wurde die positive Interdependenz, die nach Ewald und Huber (2016) das „entscheidende Kriterium [ist], durch das eine Beziehung ‚unter die Oberfläche geht' und durch das Vorurteile vermieden bzw. tatsächlich abgebaut werden“ (Ewald & Huber, 2017, S. 72) erhöht. Ferner wurden ein Regelwerk und ein Verstärkersystem eingeführt (vgl. auch Abschnitt 9.3.2.1), welche sich auf das Verhalten der Lernenden auswirken sollten (vgl. z.B. Helmke, 2012). Dies dürfte einen positiven Einfluss auf die soziale Integration haben – für den Einfluss von Ziel-Interdependenz und Belohnungs-Interdependenz auf die soziale Integration vergleiche z.B. Lew et al., 1986 – siehe auch MESO2_SIH_UK 5.6. Die Ergebnisse zeigen, dass es unter

Berücksichtigung aller Lernenden im Mittel im 2. Mesozyklus zu einem signifikant höheren Anstieg der Wahlen kommt. Dies deutet auf eine stärkere Förderung der sozialen Integration hin. Gleichzeitig zeigt sich bezogen auf die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen kein signifikant stärkerer Anstieg an Wahlen bzw. eine größere Verringerung der Ablehnungen im 2. Mesozyklus im Vergleich zum 1. Mesozyklus. Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt darüber hinaus auf, dass sich die Anzahl der Wahlen vom Pre- zum Post-Test im 2. Mesozyklus stärker verändert – allerdings nicht signifikant. Diesbezüglich kann ein Grund für das nicht signifikante Ergebnis gegebenenfalls auch in der geringen Stichprobengröße gesehen werden. Die Anzahl der Ablehnungen verringert sich im 2. Mesozyklus dagegen geringer und nicht signifikant unterschiedlich.

Unter Berücksichtigung der Bezugsgruppe der Kleingruppe zeigt sich ebenfalls eine Verbesserung der sozialen Integration im Pre-/Post-Vergleich: Die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen erhalten signifikant weniger Ablehnungen von ihren Gruppenmitgliedern. Sie erhalten jedoch ebenfalls signifikant mehr Nicht-Nominierungen und nicht signifikant mehr Wahlen, sodass im Mittel die Ablehnungen in Nicht-Nominierungen umgewandelt werden. Somit zeigen sich stärkere Veränderungen von Pre- zum Post-Test bezogen auf die Kleingruppe als Referenz statt der gesamten Lerngruppe. Dies erscheint insofern sinnvoll, weil die Schülerinnen und Schüler stärkeren Kontakt miteinander haben bzw. die übrigen Lernenden weniger Informationen über das Verhalten der Mitglieder der anderen Gruppen bekommen.

Insgesamt zeigt sich für beide Gruppen auch auf Kleingruppenebene eine Verbesserung der sozialen Integration. Gleichzeitig zeigen sich auch hier Unterschiede in den Veränderungen vom Pre- zum Post-Test: Für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen ist es schwieriger mehr Wahlen zu erlangen. Bei ihnen wandeln sich im Mittel Ablehnungen in Nicht-Nominierungen um. Bei den übrigen Lernenden zeigt sich ein anderer Effekt: Bei ihnen werden Mittel hauptsächlich Nicht-Nominierungen in Wahlen umgewandelt. Bei den übrigen Lernenden kommt es zu einer signifikanten Verringerung an Nicht-Nominierungen und einer gleichzeitigen signifikanten Erhöhung an Wahlen. Gründe dafür, dass es für die Lernenden mit den am stärksten externalisierenden Verhaltensweisen im Vergleich zu den übrigen Lernenden schwieriger ist mehr Wahlen zu erhalten, können in ihrer geringeren Arbeitsgeschwindigkeit (MESO2_SIH_UK 2.1), der geringeren Motivation (MESO2_SIH_UK 2.2) bzw. geringeren sozialen Kompetenzen (MESO2_SIH_UK 2.4) – vgl. auch Sozial-Kompetenz-Defizit Modell nach Asher et al. (1982) – gesehen werden.

Zusammenfassend lässt sich ausführen, dass sowohl im Aspekt „student‘s social self-perception“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) als auch „acceptance by classmates“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) eine Verbesserung der sozialen Integration nachweisbar ist. Aufgrund fehlender Kontrollgruppen lässt sich jedoch nicht eindeutig nachweisen, dass dieser Effekt durch die Lernumgebung bedingt ist (vgl. Rost, 2013).

9.3.5.5 Anpassung der Experimentier- und Arbeitsmaterialien aufgrund der Wünsche der Lehrkräfte

Da die Lehrkräfte als Experten ihres Unterrichts betrachtet werden können, spielt ihre Meinung eine wichtige Rolle für die Änderungen des Designs der Lernumgebung. Dies ist insbesondere der Fall, weil DBR immer auch mit einem praktischen Output verbunden sein sollte (van den Acker, 1999; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019).

Der entsprechend der Kriterien in Abschnitt 5.7.5 entwickelte Experimentierkoffer trifft bei den Lehrkräften auf Zustimmung, wobei insbesondere als positiv erwähnt wird, dass sich die Materialien weitestgehend aus dem Alltag der Lernenden ergeben (vgl. auch Kriterium in Abschnitt 5.7.5). Ferner werden keine Aussagen in den Interviews getroffen, dass die Schülerinnen und Schüler noch Unsinn mit den Sprühflaschen machen (vgl. Ergebnisse aus dem 1. Mesozyklus) – allerdings verwenden sie hierzu noch die Taschenlampen. In diesem Zusammenhang sollte explizit darauf geachtet werden, dass der Experimentierkoffer nur während der Experimente auf dem Tisch steht. Dies kann durch die Ergänzung des Regelwerks realisiert werden.

Auch das Arbeitsheft bzw. dessen Gestaltung trifft grundsätzlich auf Zustimmung. Allerdings sind sich die Lehrkräfte nicht darüber einig, inwiefern die verwendete Sprache für die Lernenden angemessen ist. Daher bietet es sich an das Arbeitsheft sprachlich noch einmal kritisch zu prüfen und gegebenenfalls zu überarbeiten. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass das Problem auch darin gesehen werden kann, dass die Aufgabenstellungen nicht genau genug gelesen werden. Hier muss das digitale Hilfesystem Abhilfe eine stärkere Unterstützung liefern. Da die Lernenden bzw. Lehrkräfte sich ein stärkeres Feedback gewünscht haben und Feedback nach Hattie (2013) einer der entscheidenden Faktoren für den Lernerfolg ist, gilt es darüber hinaus verstärkt bewusst über die Integration von fachlichem Feedback in die Lernumgebung nachzudenken. Da die Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung selbstständiger arbeiten können, werden die Lehrkräfte entlastet (vgl. auch Klippert, 2001; Wember, 2013; Wocken, 2013; Helmke, 2015). Auf diese Weise sollten die Lehrkräfte die Kapazitäten haben stärker die Lernprozesse einzelner Kleingruppen zu begleiten und Feedback geben können.

9.3.5.6 Zusammenfassung

Die gewonnenen Erkenntnisse deuten darauf hin, dass es im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung (vgl. Abschnitt 3.4.2.4) sowohl zu einer Förderung des Bildungs-, als auch des Entwicklungsauftrags kommt. Gleichzeitig haben sich insbesondere, bezogen auf den Bildungsauftrag, Schwierigkeiten ergeben, die es im 2. Re-Design zu berücksichtigen gilt. Dies trifft unter anderem auf die Inhalte Reflexion und Streuung, Schattenentstehung, Mondphasen und Finsternisse zu. Ferner gilt es über weitere sprachliche und didaktische Reduktionen nachzudenken. Dabei spielen insbesondere auch die Wünsche der Lehrkräfte, als Experten für ihre Lerngruppen, eine entscheidende Rolle. Darüber hinaus soll der Fokus zusätzlich noch einmal darauf gelegt werden, dass einzelne Schülerinnen und Schüler noch immer überfordert sind. Entsprechend werden Lernende mit Lernstörungen bei der Entwicklung des 2. Re-Designs stärker beachtet. Da es zu diesem Aspekt in der physikdidaktischen Literatur zum jetzigen Zeitpunkt kaum Erkenntnisse gibt, wurde vor

dem 3. Mesozyklus eine Zusatzerhebung durchgeführt. Ein Blick auf die gewonnenen Erkenntnisse und die Forschungshypothesen in Abschnitt 9.3.1 zeigt, dass für einige Hypothesen in Tabelle 105 die Nullhypothese beibehalten werden muss. Insgesamt wurde in 28 von 40 Fällen die Alternativhypothese H_1 angenommen. Die angenommenen Alternativhypothesen sind in Tabelle 105 fett gedruckt.

Frage	Skala	Erhebungsinstrument	Hypothese
Hypothesen zu den Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen			
M2.S1	**Kompetenzzuwachs Fachwissen**	Concept Inventory	$\boldsymbol{H_1: M_{post} > M_{pre}}$
M2.S2	**Vergleich Kompetenzzuwachs extern. Verh. und übrige Lernende**	Concept Inventory	$\boldsymbol{H_1: \Delta M_{G-20\%} = \Delta M_{G-80\%}}$
Hypothesen zur Förderung des Sozialverhaltens und der sozialen Integration			
M2.S1	**Kooperationsfähigkeit**	LSL	$\boldsymbol{H_1: M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}}$
M2.S2.A	**Hilfsbereitschaft / Einfühlungsvermögen**	LSL	$\boldsymbol{H_1: M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}}$
M2.S3	**Sozialkontakt**	LSL	$\boldsymbol{H_1: M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}}$
M2.S4.A	im Pre-Test:		
	Soziale Integration	FEESS 5-6	$H_0: M_{G-20\%} \geq M_{G-80\%}$;
	Klassenklima	FEESS 5-6	$H_0: M_{G-20\%} \geq M_{G-80\%}$;
M2.S4.B	**Soziale Integration (alle)**	FEESS 5-6	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,,post} > M_{alle,pre}}$
	Klassenklima (alle)	FEESS 5-6	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,,post} > M_{alle,pre}}$
	Soziale Integration (20%)	FEESS 5-6	$H_0: M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$
	Klassenklima (20%)	FEESS 5-6	$H_0: M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$;
	Soziale Integration (80%)	FEESS 5-6	$\boldsymbol{H_1: M_{G-80\%,post} > M_{G-80\%,pre}}$
	Klassenklima (80%)	FEESS 5-6	$\boldsymbol{H_1: M_{G-80\%,post} > M_{G-80\%,pre}}$
M2.S5.A	**Wahlen (alle)**	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,post} > M_{alle,pre}}$
	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,post} < M_{alle,pre}}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	$H_0: M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{G-80\%,post} > M_{G-80\%,pre}}$
	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{G-80\%,post} < M_{G-80\%,pre}}$
M2.S5.B	**Wahlen (alle)**	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,post} > M_{alle,pre}}$
	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,post} < M_{alle,pre}}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	$H_0: M_{G-20\%,post} \leq M_{G-20\%,pre}$
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{G-20\%,post} < M_{G-20\%,pre}}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{G-80\%,post} > M_{G-80\%,pre}}$
	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	$H_0: M_{G-80\%,post} \geq M_{G-80\%,pre}$
M2.S6	**Wahlen (alle)**	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,post} > M_{alle,pre}}$
	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,post} < M_{alle,pre}}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}}$
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	$H_0: M_{G-20\%,post} \geq M_{G-20\%,pre}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1: M_{alle,post} > M_{alle,pre}}$

	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{alle,post} < M_{alle,pre}}$
M2.S8	**Wahlen (alle)**	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{Meso2} > \Delta M_{Meso1}}$
	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{Meso2} \geq \Delta M_{Meso1}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{Meso2} \leq \Delta M_{Meso1}$
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{Meso2} \geq \Delta M_{Meso1}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{Meso2} > \Delta M_{Meso1}}$
	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{Meso2} \geq \Delta M_{Meso1}$
Hypothesen zur Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens			
M2.L1.A	**Konzentration**	LSL	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}}$
M2.L2	**Ausdauer**	LSL	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}}$
M2.L3.A	**Selbstständigkeit**	LSL	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{M_{G-20\%,post} > M_{G-20\%,pre}}$

Tabelle 105: Rückbezug auf die Hypothesen ausgehend von den Erkenntnissen des 2. Mesozyklus.

9.4 Zusatzerhebung zur Unterstützung von Schülerinnen und Schülern mit diagnostizierten Lernstörungen

Um das digitale Hilfesystem zusätzlich an Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen anzupassen wurden im Rahmen der Masterarbeit von Bonacker et al. (2019) zwischen dem 2. und 3. Mesozyklus Interviews mit Lernenden dieser Schülergruppe geführt. Es wird ein knapper Überblick über diese Studie gegeben, sodass entsprechende Veränderungen im 2. Re-Design auch entsprechend begründet werden können.

9.4.1 Fragestellung der Zusatzerhebung

Die Ergebnisse im 2. Mesozyklus haben gezeigt, dass noch immer einzelne Schülerinnen und Schüler – trotz Unterstützung durch die Mitschülerinnen und Mitschüler und das digitale Hilfesystem – mit den Materialien überfordert sind. Im 2. Re-Design gilt es folglich diese Schülerinnen und Schüler stärker zu berücksichtigen, wobei insbesondere ermittelt werden muss, welche Unterstützungsmaßnahmen durch die Lehrkraft für diese Schülergruppe aus subjektiver Schülersicht hilfreich ist und gegebenenfalls in das digitale Hilfesystem im 2. Re-Design integriert werden können. Entsprechend wurden die folgenden Fragestellungen von Bonacker et al. (2019) im Rahmen ihrer Masterarbeit untersucht:

1) „Welche Schwierigkeiten haben Schüler*innen mit dem Förderschwerpunkt Lernen im Physikunterricht [bzw. NW-Unterricht]?“ (ebd., S. 25)
2) „Wie müssen gestufte Lernhilfen für den Physikunterricht [bzw. NW-Unterricht] aufgebaut sein, damit sie Lernschwierigkeiten von Schüler*innen mit dem Förderschwerpunkt Lernen entgegenwirken?“ (ebd., S. 25)

9.4.2 Methode

9.4.2.1 Beschreibung der Stichprobe

Es wurden im Rahmen dieser Studie fünf Schülerinnen und Schüler (zwei Mädchen und drei Jungen) mit einem (nach Aussage der Lehrkräfte) diagnostizierten Förderschwerpunkt Lernen berücksichtigt. Alle Schülerinnen und Schüler besuchten die 6. Klasse einer Gesamtschule im Köln-Bonner-Raum.

9.4.2.2 Erhebungsinstrument

Es wurden ca. sechs Wochen vor Beginn der Implementation im 3. Mesozyklus qualitative Interviews mit den fünf Schülerinnen und Schülern anhand eines Leitfadens geführt. Insbesondere wurden die Lernenden gefragt, was sie im regulären NW-Unterricht (nicht) gut können und was die NW-Lehrkräfte besser machen können, damit die Schülerinnen und Schüler die Inhalte besser verstehen. Nähere Details zum Leitfaden findet man bei Bonacker et al. (2019).

9.4.2.3 Auswertungsdesign

Die Daten wurden von den drei Studierenden transkribiert und mit Hilfe von qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2015; Kuckartz, 2018) ausgewertet, wobei es aufgrund zu geringer Intercoder-Reliabilität von lediglich 0,8 zu einer Präzision des Kategoriensystems kam (Bonacker et al., 2019). Die Erstellung des Kategoriensystems erfolgte induktiv. Nähere Details zur qualitativen Inhaltsanalyse findet man in Abschnitt 9.1.3.5. Das Kategoriensystem kann bei Bonacker et al. (ebd.) eingesehen werden.

9.4.3 Ergebnisse

Nach der Veränderung des Kategoriensystems wurde eine Intercoder-Reliabilität von 0,89 erreicht (Bonacker et al., 2019). Die gewonnenen Erkenntnisse der Studierenden werden an dieser Stelle knapp zusammengefasst, wobei die Kategorien

> „OK 5 ‚Was können Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Lernen nicht so gut im NW-Unterricht?', [...], OK 7 ‚Was sollen die NW-Lehrerinnen und –Lehrer der Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Lernen besser machen?' und OK 8 ‚Was hat Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Lernen [bisher] geholfen?'" (ebd., S. 44)

berücksichtigt werden sollen.

Die ermittelten Schwierigkeiten der Lernenden liegen im Verständnis der Aufgabenstellung (ZU_FL_UK 5.1), der Reihenfolge, in der Teilaufgaben bearbeitet werden sollen (ZU_FL_UK 5.2), Fachsprache (ZU_FL_UK 5.4) und fehlendem Vorwissen (ZU_FL_UK 5.5). Darüber hinaus haben die Schülerinnen und Schüler mit dem

Förderschwerpunkt Lernen Schwierigkeiten bei der Verbalisierung der gewonnenen Erkenntnisse (ZU_FL_UK 5.3) bzw. beim Anfertigen von Zeichnungen (ZU_FL_UK 5.7). Ferner liegen Schwierigkeiten beim Ausfüllen von Lückentexten vor, welche sich in der Zuordnung der Wörter aus dem Wortspeicher zur Lücke ergeben (ZU_FL_UK 5.3).

Die Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Lernen wünschen sich von ihren Lehrkräften, dass die Aufgabenstellung erneut erklärt wird (ZU_FL_UK 7.1), wobei die Erklärung verständlicher sein sollte (ZU_FL_UK 7.2). Dies schließt insbesondere die Verwendung von *Leichter* bzw. *Einfacher* Sprache mit ein (ZU_FL_UK 7.3). Ferner sollen die Lehrkräfte bei der Erarbeitung der Aufgabenstellung helfen, wobei nicht klar wird, wie und auf welche Weise diese Hilfe aussehen kann bzw. soll (ZU_FL_UK 7.7). Darüber hinaus wünschen sich die Schülerinnen und Schüler mit Förderschwerpunkt Lernen eine „genauere Anleitung für Aufgaben, die eine Schrittfolge und Nummerierung der Teilaufgaben beinhaltet“ (ebd., S. 45) (ZU_FL_UK 7.4) und ein Feedback, ob die Aufgabe richtig gelöst wurde (ZU_FL_UK 7.5).

Zusätzlich wurde in den Interviews evaluiert, was den Schülerinnen und Schüler (aus ihrer subjektiven Sicht) im NW-Unterricht bisher geholfen hat. Beispiele hierfür sind:

- ZU_FL_UK 8.1: Mitschülerinnen und Mitschüler oder Lehrkräfte werden um Hilfe gefragt.
- ZU_FL_UK 8.3: Mitschülerinnen und Mitschüler oder Lehrkräfte helfen durch Erklärungen.
- ZU_FL_UK 8.4: Hinweis darauf selbstständig zu arbeiten bzw. die Aufgabe weiter zu versuchen.
- ZU_FL_UK 8.5: Aufforderung zum genauen Lesen der Aufgabenstellung durch die Lehrkraft.
- ZU_FL_UK 8.6: Genaues Lesen der Aufgabenstellung hilft bei der Erarbeitung.
- ZU_FL_UK 8.7: Neue Wörter (z.B. Fachwörter) aufschreiben.
- ZU_FL_UK 8.8: Vorsprechen der Aufgabenstellung in eigenen Worten.
- ZU_FL_UK 8.9: Im Unterricht besser aufpassen.

9.4.4 Diskussion und Folgerungen für das Re-Design im 3. Mesozyklus

Die von Bonacker et al. (2019) ermittelten Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht liegen sowohl im fachlichen (fehlendes Vorwissen), als auch im sprachlichen (Verständnis der Aufgabenstellung, Verbalisierung der Antworten) Bereich. Ferner liegen Schwierigkeiten beim Anfertigen von Skizzen und der Organisation des Bearbeitungsprozesses (Reihenfolge, in der Teilaufgaben bearbeitet werden sollen; Schwierigkeiten beim Ausfüllen von Lückentexten) vor. Ausgehend von den in den Interviews ermittelten Schwierigkeiten, Wünschen und Unterstützungsmaßnahmen, sowie den Erkenntnissen aus dem 1. und 2. Mesozyklus haben Bonacker et al. (2019) gemeinsam mit dem Autor dieser Arbeit eine Checkliste erarbeitet, die zur Optimierung des digitalen Hilfesystems beitragen soll. Diese Checkliste besteht aus vier Bereichen: Hilfen am Anfang, aufgabenspezifische Hilfen, Hilfen am Ende, sowie allgemeine Hinweise zur Formulierung von Hilfen. Die folgende Übersicht zeigt exemplarisch einige Hilfen. Die gesamte Checkliste findet man im Anhang, wobei sie keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Hilfen am Anfang	Aufforderung zum erneuten bzw. genaueren Lesen der Aufgabenstellung oder Wiederholung der Aufgabenstellung aus der Ich-Perspektive und in *Leichter Sprache*, ...
Aufgabenspezifische Hilfen	Anknüpfen an Vorwissen in der Form „Erinnere dich: ...“, Erneute Erklärung von Fachwörtern, inhaltliche Hilfen, ...
Hilfen am Ende	Aufforderung noch einmal genau zu überlegen bzw. Suche nach Hilfe bei den Gruppenmitgliedern, wobei auf ein genaues Zuhören hingewiesen wird, ...
Formulierung von Hilfen	*Leichte Sprache*, Verwendung von Bildern und Videos, ...

Tabelle 106: Auszüge aus der Checkliste bei Bonacker et al. (2019) zur Formulierung von Hilfen für Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Lernen.

9.5 Mesozyklus 3

9.5.1 Synthese und Vorbereitung

Im 1. und 2. Mesozyklus konnten eine Reihe an Problemen identifiziert werden, welche der Förderung der Kooperation, Selbstständigkeit und sozialen Integration und den Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen im inklusiven Physikunterricht entgegenwirken können. Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen wurden das 1. Re-Design für den 3. Mesozyklus zu einem 2. Re-Design (vgl. Abschnitt 9.5.2) weiterentwickelt.

Dabei werden die Änderungen im Design zum 2. Re-Design im 3. Mesozyklus sowohl quantitativ, als auch qualitativ daraufhin überprüft, inwiefern sich das Lern- und Sozialverhalten, sowie die soziale Integration im Rahmen der Lernumgebung fördern lässt. Der Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen wird überprüft. Dementsprechend sollen im 3. Mesozyklus folgende Fragestellungen untersucht werden:

Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen	
M3.F1	Inwiefern erwerben die Schülerinnen und Schüler auch im veränderten 2. Re-Design die Kompetenzen ... Kompetenz 1: „Die Schülerinnen und Schüler können das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Absorption) erläutern“ (MSB, 2013, S. 99) und Kompetenz 2: „Die Schülerinnen und Schüler können Schattenbildung, Mondphasen und Finsternisse [...] mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären“ (ebd., S. 99).
M3.F2	Inwiefern haben die Änderungen am Design Auswirkungen auf den Kompetenzzuwachs bei der Erarbeitung der Inhalte Reflexion und Streuung, Schattenentstehung, Mondphasen und Finsternisse?
M3.F3	Wie verändert sich der Kompetenzzuwachs (in der veränderten Lernumgebung) im Vergleich zwischen den Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden?
Förderung des Sozialverhaltens und der sozialen Integration	
M3.S1	Kommt es bedingt durch das 2. Re-Design für die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler zu einer stärkeren Förderung der Kooperationsfähigkeit (in der Lernumgebung) im Vergleich zur Kontrollgruppe?

M3.S2	Kommt es bedingt durch das 2. Re-Design für die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler zu einer stärkeren Förderung von Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft (in der Lernumgebung) im Vergleich zur Kontrollgruppe?
M3.S3	Kommt es bedingt durch das 2. Re-Design für die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler zu einer stärkeren Förderung des Sozialkontakts (in der Lernumgebung) im Vergleich zur Kontrollgruppe?
M3.S4.A	Inwiefern lässt sich in der Lernumgebung die Selbsteinschätzung der sozialen Integration der Lernenden (im Vergleich zur Kontrollgruppe) verändern?
M3.S4.B	Inwiefern lässt sich die Akzeptanz von Schülerinnen und Schülern durch die Mitschülerinnen und Mitschüler der gesamten Lerngruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe verbessern?
M3.S4.C	Inwiefern lässt sich die Akzeptanz von Schülerinnen und Schülern durch die Mitschülerinnen und Mitschüler der eigenen Kleingruppe[171] im Vergleich zur Kontrollgruppe verbessern?
M3.S4.D	Wie verändern sich die von den Lernenden selbst abgegebenen Wahlen und Ablehnungen bezogen auf die eigene Kleingruppe durch die Lernumgebung im Vergleich zur Kontrollgruppe?
M3.S4.E	Wie verändern sich die von den Lernenden selbst abgegebenen Wahlen und Ablehnungen bezogen auf die gesamte Lerngruppe durch die Lernumgebung im Vergleich zur Kontrollgruppe?
M3.S4.F	Inwiefern formulieren die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren in den angefertigten Videoaufnahmen explizit, dass sie mit einzelnen Lernenden ihrer Kleingruppe nicht zusammenarbeiten möchten?
M3.S4.G	Wie viel Zeit verbringen die Lernenden während der videographierten experimentellen Phasen im räumlichen Kontakt zueinander?
Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens	
M3.L1	Kommt es bedingt durch das 2. Re-Design für die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler zu einer stärkeren Förderung der Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer (in der Lernumgebung) im Vergleich zur Kontrollgruppe?
M3.L2	Kommt es bedingt durch das 2. Re-Design für die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler zu einer stärkeren Förderung der Konzentration (in der Lernumgebung) im Vergleich zur Kontrollgruppe?
M3.L3A	Kommt es bedingt durch das 2. Re-Design für die mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Schülerinnen und Schüler zu einer stärkeren Förderung der Selbstständigkeit (in der Lernumgebung) im Vergleich zur Kontrollgruppe?
M3.L3B	Inwiefern können die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren in den angefertigten Videoaufnahmen selbstständig (unterstützt vom digitalen Hilfesystem) arbeiten?

Tabelle 107: Forschungsfragen für den 3. Mesozyklus.

Fragestellungen, die quantitativ untersucht werden sollen, sind grau hinterlegt. Die übrigen Fragestellungen werden qualitativ evaluiert.

Im Folgenden werden darüber hinaus die Forschungshypothesen für die quantitativen Forschungsfragen angegeben:

Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen	
M3.F1	Die Schülerinnen und Schüler erreichen im Pre-Test des Concept Inventories eine geringere Punktzahl als im Post-Test. Die gerichteten statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $M_{post} \leq M_{pre}$; Gegenhypothese H_1: $M_{post} > M_{pre}$

[171] Man beachte, dass die Einteilung der Kleingruppen in der Kontrollgruppe lediglich aus forschungsmethodologischen Gesichtspunkten bzw. zu Vergleichszwecken vorgenommen wurde. In den Kontrollgruppen wurde, während der Implementation in der Experimentalgruppe, nicht in diesen Kleingruppen gearbeitet.

M3.F2	Durch die Änderungen im Design kommt es bei die Lernenden im 3. Mesozyklus zu einem höheren Kompetenzzuwachs zu den Inhalte Reflexion und Streuung, Schattenentstehung, Mondphasen und Finsternisse. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese[172] H_0: $\Delta M_{Meso3} \leq \Delta M_{Meso2}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{Meso3} > \Delta M_{Meso2}$ Die Hypothesen gelten für jeden Inhalt individuell.
M3.F3	Der Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen der Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden und der übrigen Lernenden ist nicht signifikant unterschiedlich. Nullhypothese H_0: $\Delta M_{G-20\%} \neq \Delta M_{G-80\%}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{G-20\%} = \Delta M_{G-80\%}$
Förderung des Sozialverhaltens und der sozialen Integration	
M3.S1	Durch die Lernumgebung kommt es zu einer signifikant höheren Veränderung in der Skala Kooperation der LSL (Petermann & Petermann, 2003) in der Experimentalgruppe als in der Kontrollgruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$
M3.S2	Durch die Lernumgebung kommt es zu einer signifikant höheren Verbesserung in der Skala Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft der LSL (Petermann & Petermann, 2003) in der Experimentalgruppe als in der Kontrollgruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$
M3.S3	Durch die Lernumgebung kommt es zu einer signifikant höheren Veränderung in der Skala Sozialkontakt der LSL (Petermann & Petermann, 2003) in der Experimentalgruppe als in der Kontrollgruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$
M3.S4.A	Durch die Lernumgebung kommt es zu einer signifikant höheren Veränderung in den Skalen Sozialer Integration und Klassenklima im FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2015) in der Experimentalgruppe als in der Kontrollgruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$. Die Hypothesen gelten sowohl für die Skala Soziale Integration und Klassenklima.
M3.S4.B	Durch die Lernumgebung kommt es im Vergleich zur Kontrollgruppe zu einer signifikant stärkeren Erhöhung der Wahlen und Verringerung der Ablehnungen von den Mitschülerinnen und Mitschülern der gesamten Lerngruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Wahlen und Ablehnungen:[173] Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$ Diese Hypothesen gelten jeweils für alle Lernenden, die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%).
M3.S4.C	Durch die Lernumgebung kommt es im Vergleich zur Kontrollgruppe zu einer signifikant stärkeren Erhöhung der Wahlen und Verringerung der Ablehnungen von den Mitschülerinnen und Mitschülern der Kleingruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Wahlen und Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$ Diese Hypothesen gelten jeweils für alle Schülerinnen und Schüler, die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%).
M3.S4.D	Durch die Lernumgebung kommt es im Vergleich zur Kontrollgruppe zu einer signifikant stärkeren Erhöhung der abgegebenen Wahlen und Verringerung der abgegebenen Ablehnungen an die Mitschülerinnen und Mitschülern der Kleingruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Wahlen und Ablehnungen:

[172] $\Delta M_{Meso\,x} = \Delta M_{Post} - \Delta M_{Pre}$

[173] Bei den Ablehnungen wird $\Delta M_{Meso\,x} = \Delta M_{Pre} - \Delta M_{Post}$ betrachtet, weil von einer Verringerung ausgegangen wird.

	Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$ Diese Hypothesen gelten jeweils für alle Schülerinnen und Schüler, die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%).
M3.S4.E	Durch die Lernumgebung kommt es im Vergleich zur Kontrollgruppe zu einer signifikant stärkeren Erhöhung der abgegebenen Wahlen und Verringerung der abgegebenen Ablehnungen an die Mitschülerinnen und Mitschülern der gesamten Lerngruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Wahlen und Ablehnungen: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$ Diese Hypothesen gelten jeweils für alle Schülerinnen und Schüler, die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%).
Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens	
M3.L1	Durch die Lernumgebung kommt es zu einer signifikant höheren Veränderung in der Skala Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer der LSL (Petermann & Petermann, 2003) in der Experimentalgruppe als in der Kontrollgruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$
M3.L2	Durch die Lernumgebung kommt es zu einer signifikant höheren Veränderung in der Skala Konzentration der LSL (Petermann & Petermann, 2003) in der Experimentalgruppe als in der Kontrollgruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$
M3.L3A	Durch die Lernumgebung kommt es zu einer signifikant höheren Veränderung in der Skala Selbstständigkeit der LSL (Petermann & Petermann, 2003) in der Experimentalgruppe als in der Kontrollgruppe. Die statistischen Hypothesen lauten entsprechend: Nullhypothese H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$; Gegenhypothese H_1: $\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}$

Tabelle 108: Hypothesen für den 3. Mesozyklus.

9.5.2 2. Re-Design

Während vom 1. zum 2. Mesozyklus hauptsächlich Änderungen am allgemeinen methodischen Design vorgenommen wurden, wurde zwischen dem 2. und 3. Mesozyklus der Fokus auf inhaltliche bzw. physikdidaktische Veränderungen gelegt. Gleichzeitig wurde die von Prediger et al. (2012) genannte Frage „Wie können typische Hürden auf den Lernpfaden der Schülerinnen und Schüler umgangen oder überwunden werden?“ (ebd., S. 454) aufgrund der erhobenen Daten, unter anderem aus dem Concept Inventory, stärker berücksichtigt.

In den folgenden Abschnitten werden die größeren Änderungen am Design beschrieben. Geringere Veränderungen können an dieser Stelle nicht ausführlich erläutert werden.

9.5.2.1 Stärkere Fokussierung auf die Unterscheidung zwischen Reflexion und Streuung

Nach Haagen-Schützenhöfer und Hopf (2018) ist vielen Schülerinnen und Schülern der Begriff *Reflexion* bereits vor dem Unterricht bekannt. Die Ergebnisse im 2. Mesozyklus aus den Items 1, 4 und 6 im Concept Inventory zeigen jedoch, dass der Begriff *Reflexion* häufig allergemeiner verwendet wird. Er wird nicht nur für Spiegel, sondern auch für weiße Flächen verwendet und vermutlich eher allgemein als *umgelenkt* übersetzt. Es gilt somit

die Unterscheidung zwischen Streuung und Reflexion stärker sichtbar zu machen bzw. zu thematisieren.

Im bisherigen Design wurde der Begriff der *Streuung* auf der fiktiven Reise durch das Sonnensystem erst am Saturnmond *Iapetus*, d.h. erst gegen Ende des Arbeitshefts und einige Seiten entfernt von der *Reflexion*, thematisiert. Dies wurde für das 2. Re-Design im 3. Mesozyklus verändert. Das Thema *Streuung* wird zweimal behandelt. 1) Im Rahmen der Verschwörungstheorie zur Mondlandung und unter der Problemstellung, ob die Mondoberfläche nicht auch von selber den Laserstrahl beim *Lunar-Laser-Ranging* zur Erde *zurückwerfen* würde. Darüber hinaus wurde explizit eine Aufgabe aufgenommen, bei welcher der Unterschied zwischen *Streuung* und *Reflexion* anhand von Skizzen erarbeitet wird. Zur Abgrenzung zum Begriff der Absorption wird die Streuung weiterhin auch im Rahmen der Problemstellung auf dem Saturnmond *Iapetus* thematisiert.

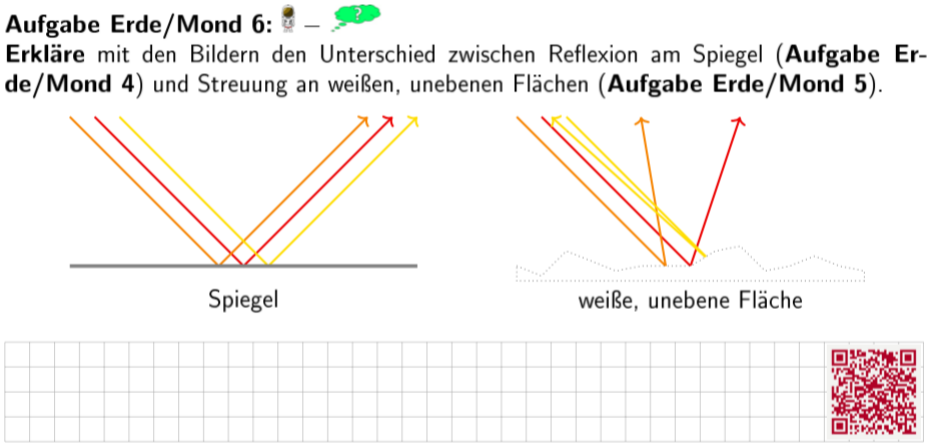


Abbildung 66: Aufgabe zum Vergleich zwischen Reflexion und Streuung.[174]

9.5.2.2 Schatten bei transparenten Gegenständen?

Die Erkenntnisse der qualitativen und quantitativen Auswertung des Concept Inventories haben gezeigt, dass die Lernenden zwar häufig beschreiben können, dass das Licht nicht durch den Gegenstand gelangt – eine Begründung hierfür wird jedoch nicht bzw. nur selten genannt. Entsprechend wurde eine Aufgabe aufgenommen, welche dies explizit berücksichtigt.

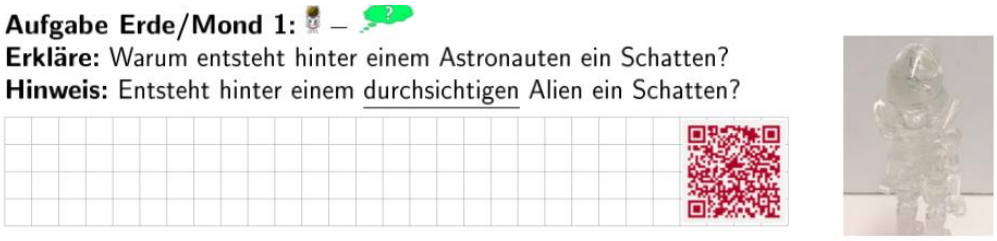


Abbildung 67: Aufgabe zur Fokussierung auf die Eigenschaften des Gegenstands bei der Schattenentstehung.[175]

[174] Bildquelle: Astronaut (Clippanda.com).
[175] Bildquelle: Astronaut (Clippanda.com).

9.5.2.3 Sonnen- und Mondfinsternis

Vor Beginn (und auch am Ende) der Unterrichtsreihe haben eine Vielzahl an Schülerinnen und Schüler im 2. Mesozyklus die Vorstellung, dass sich der Mond bei einer Sonnenfinsternis vor die Sonne schiebt (vgl. Abschnitt 9.3.5.1 und 9.3.5.2). Diese Vorstellung ist nicht falsch. Wenn die Lernenden jedoch bei dieser Vorstellung bleiben, ergibt sich leicht die falsche Vorstellung, dass sich bei einer Mondfinsternis die Sonne vor den Mond schiebt und ihn entsprechend verdeckt. Daher erscheint es umso wichtiger, dass die Schülerinnen und Schüler zunächst die physikalisch korrekte Vorstellung des Entstehens einer Sonnenfinsternis (Sonne, Mond und Erde auf einer Linie in dieser Reihenfolge) erwerben, bevor die Mondfinsternis thematisiert wird. Im 1. Re-Design für den 2. Mesozyklus wurden die Inhalte Sonnen- und Mondfinsternis gemeinsam behandelt. Im 2. Re-Design für den 3. Mesozyklus wurde die Erarbeitung der beiden Finsternisse bewusst voneinander getrennt. Zunächst erarbeiten die Lernenden die Sonnenfinsternis. Dabei wurde – insbesondere durch den Merksatz in Form eines Lückentextes – darauf geachtet, dass die Lernenden zunächst die physikalisch korrekte Vorstellung erwerben. Erst im Anschluss thematisieren sie in einem zweiten Experiment die Mondfinsternis.

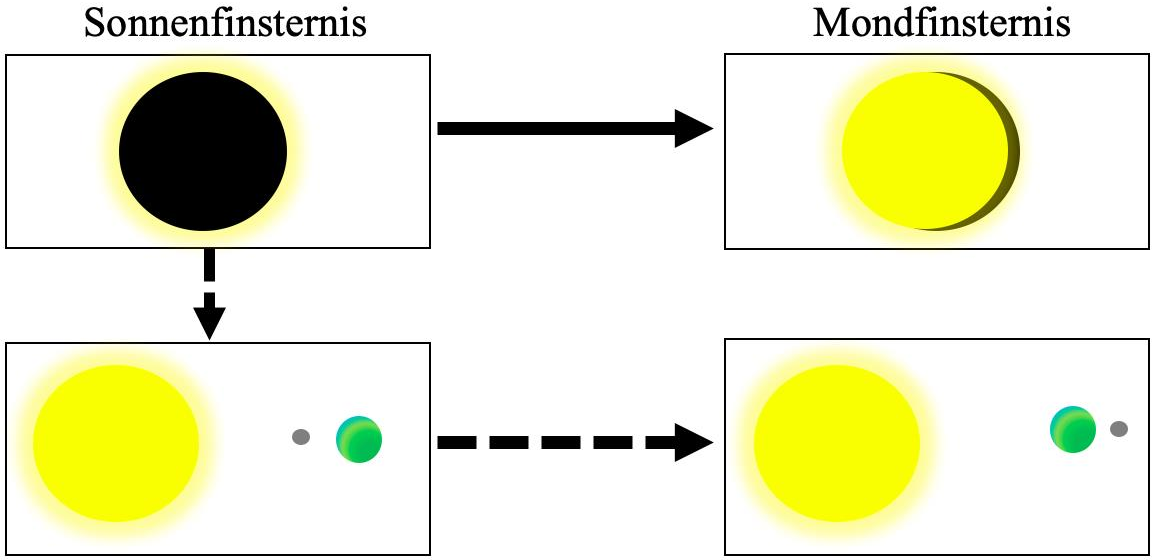


Abbildung 68: Schema zur antizipierten Vorstellungsentwicklung bei Sonnen- und Mondfinsternis. Eine Vielzahl an Lernenden überträgt die Vorstellung zur Sonnenfinsternis (Mond schiebt sich vor die Sonne) direkt auf die Mondfinsternis, anstatt den korrekten ‚Umweg' über die unteren beiden Vorstellungen zu wählen.

Darüber hinaus wurden Aufgaben zum Verständnis der Begriffe Sonnen- und Mondfinsternis integriert, wobei darauf geachtet wurde, dass die Lernenden den Begriff *finster* erläutern sollten.

Um ferner die Vorstellung zu vermeiden, dass sich die Sonne bei einer Mondfinsternis vor den Mond schiebt, wurde eine Aufgabe zu den Abstandsverhältnissen integriert (vgl. Abbildung 69). Insbesondere werden die Lernenden mit der Fehlvorstellung, dass sich die Sonne zwischen Mond und Erde befindet, konfrontiert.

Aufgabe Erde/Mond 10: – –

Bei dieser Aufgabe braucht ihr euren Experimentierkoffer.

(a) **Befestigt** die weiße Mondbahn am Globus und schraubt sie fest.
Setzt die kleine Mondkugel auf die Mondbahn.
Messt mit dem Lineal den Abstand zwischen der Erdoberfläche und dem Mond.

(b) Wenn der Abstand Erde / Mond in Wirklichkeit so groß wäre wie bei dem Erde-Mond-Modell in (a), hätte die Sonne einen Abstand von 14 Metern (=14000 cm) von der Erde.
Du fliegst mit einer Rakete vom Nordpol nach oben und schaust dann zurück.
Ist das Bild unten möglich?

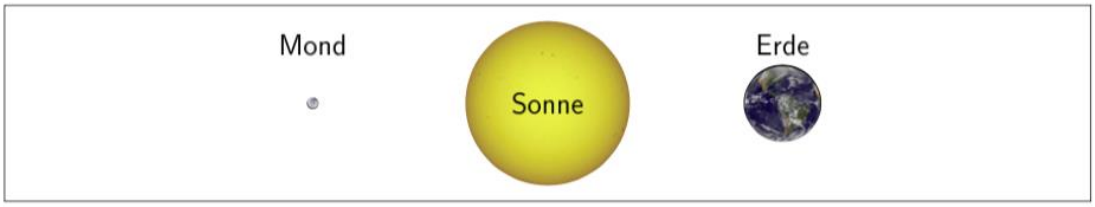


Abbildung 69: Aufgabe zur Position von Sonne, Erde und Mond.[176]

9.5.2.4 Reduktion des Experiments zu den Mondphasen auf das Level „Guided Inquiry“

In den bisherigen Designs wurde das Thema Mondphasen, wie die meisten anderen Inhalte, im Sinne des *Student Directed Inquiry* (Bonnstetter, 1998) durchgeführt, bei dem die Schülerinnen und Schüler mit Ausnahme des Themas und der Problemstellung die Verantwortung für alle Phasen des Lösungsprozesses erhalten – auch wenn sie diese Verantwortung natürlich durch das Nutzen des digitalen Hilfesystems (teilweise) wieder abgeben können (vgl. Abschnitt 9.5.2.6). Bereits im 1. Mesozyklus wurde von einer Lehrkraft kritisch angemerkt, dass sich komplexe Inhalte, wie die Mondphasen, nur schwer im Selbstlernprozess erarbeiten lassen (vgl. Abschnitt 9.1.5.1). Der geringe Lernzuwachs, gemessen mit dem Concept Inventory, hat diese Aussage – zumindest bezogen auf das Design der Lernumgebung – bestätigt. Daher wird im 2. Re-Design für den dritten Mesozyklus die Verantwortung stärker auf das Arbeitsheft übertragen, indem das Level *Guided Inquiry* (Bonnstetter, 1998) genutzt wird. Die Vorgehensweise wird den Schülerinnen und Schülern vorgegeben, wobei die schriftliche Beschreibung durch Skizzen des Aufbaus ergänzt wird.

9.5.2.5 Präkonzepte stärker berücksichtigen und Feedback

Die physikdidaktische Literatur und insbesondere die gewonnenen Erkenntnisse im 2. Mesozyklus zu den Präkonzepten der Lernenden im inklusiven Physikunterricht haben gezeigt, dass zu Beginn der Unterrichtsreihe eine starke Diversität der Präkonzepte zu den

[176] Bildquellen: Astronaut (Clippanda.com), Sonne (NASA/Marshall), Erde (NASA/NOAA/GOES Projekt), Mond (NASA).

Inhalten bzw. Phänomenen auf Seite der Lernenden vorliegt. Eine direkte Berücksichtigung dieser Vielzahl an Präkonzepten im Rahmen des Arbeitshefts erscheint kaum möglich. Daher wurde – auch auf Wunsch einer Lehrkraft aus dem 2. Mesozyklus – eine stärkere Feedback-Kultur in die Lernumgebung integriert, wobei Feedback nach Hattie (2013) einer der entscheidenden Faktoren für den Lernerfolg ist. In Anlehnung an Bresges (2018) erhielten die Lernenden am Ende von jeder Doppelstunde einen kurzen Online-Fragebogen im Multiple-Choice-Format als Selbst- bzw. Gruppentest über das Tablet, welcher von den Kleingruppen gemeinsam bearbeitet wird. Die Distraktoren ergaben sich aus den im 2. Mesozyklus ermittelten Präkonzepten (bzw. der physikdidaktischen Literatur). Ziel dieser Online-Tests ist, dass die Schülerinnen und Schüler über die genannten Distraktoren ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen diskutieren. Die Online-Fragebögen werden ausgewertet. In der folgenden Woche erhalten die Kleingruppen von der Lehrkraft ein Feedback (vgl. auch Bresges, 2018). Insbesondere werden falsche Antworten von der Lehrkraft gemeinsam mit der jeweiligen Kleingruppe besprochen. Gegebenenfalls werden die zugehörigen Experimente noch einmal mit der Lehrkraft durchgeführt. Da die Schülerinnen und Schüler, unterstützt von dem digitalen Hilfesystem und den Mitschülerinnen und Mitschülern in der Kleingruppe, – wie die Ergebnisse im 2. Mesozyklus gezeigt haben – wenige Fragen stellen, bzw. selbstständiger arbeiten, sollte die Lehrkraft für eine derartige, individuellere Betreuung bzw. Feedback der einzelnen Kleingruppen ausreichend Zeit haben.

9.5.2.6 Weiterentwicklung des digitalen Hilfesystems

Die Weiterentwicklung des digitalen Hilfesystems wurde bereits bei Bonacker et al. (2019) bzw. Küpper et al. (2020a) präsentiert. Es wird an dieser Stelle knapp vorgestellt:

Das Grundprinzip des digitalen Hilfesystems wurde vom 2. zum 3. Mesozyklus nicht verändert. Neben den Aufgaben bzw. Phasen im Experiment befindet sich noch immer ein QR-Code, wobei die Schülerinnen und Schüler durch Abscannen zur entsprechenden Hilfe weitergeleitet werden.

Damit das digitale Hilfesystem noch stärker der für Schülerinnen und Schüler (mit Förderschwerpunkt Lernen) hilfreichen Unterstützung durch die Lehrkraft entspricht, wurde die Grundstruktur in Anlehnung an Abbildung 70 angepasst.

Anstatt von aneinandergehängten Frage- und Antwortkarten, werden nun Hinweise gegeben. Die Schülerinnen und Schüler werden am Ende von jeder Hilfe gefragt „Kannst du die Aufgabe jetzt lösen?“ und können auf „ja“ oder „nein“ klicken. Wenn sie auf „ja“ klicken, werden sie auf eine Website mit dem Text „Weiter so!“ und dem motivierenden, kontexttreuen, Bild eines Astronauten weitergeleitet. Wenn die Lernenden auf „Nein“ klicken, werden die Lernenden zu einer weiteren Hilfe weitergeleitet. Ausgehend von den Erkenntnissen des 2. Mesozyklus wurden die Lösungen nicht direkt in die Hilfen integriert. Auf diese Weise soll ein Abschreiben, wie es von den Lehrkräften im 2. Mesozyklus verstärkt angemerkt wurde, verhindert werden. Entsprechend lautet die letzte Hilfe, die von den Lernenden ohne Unterstützung der Lehrkräfte erreicht werden kann, „Brauchst du die Lösung? Melde dich leise und frage deinen Lehrer oder deine Lehrerin.“. Die Lehrkräfte erhalten ein zusätzliches Heft mit Lösungs-QR-Codes und können an dieser Stelle entscheiden, ob sie den Lernenden im Sinne von „soft scaffolds“ (Saye & Brush, 2002, S. 82) weitere Hinweise, oder über den Lösungs-QR-Code Zugang zu den Lösungen geben. Die Lösung kann auch als Vergleichsmöglichkeit zur eigenen Lösung der Lernenden dienen.

Zusätzlich wurde der Fokus verstärkt auf methodische Hilfen gelegt. Dies schließt insbesondere Hilfen, wie „Lies die Aufgabe nochmal genau! Kannst du die Aufgabe jetzt lösen?“ oder „Überlege nochmal genau! Kannst du die Aufgabe jetzt lösen?“. Darüber hinaus wurden verstärkt Satzanfänge der Form „Auf dem Bild sehe ich ...“ oder „Lichtstrahlen kann man ...“ genutzt (vgl. auch z.B. Leisen, 2019).

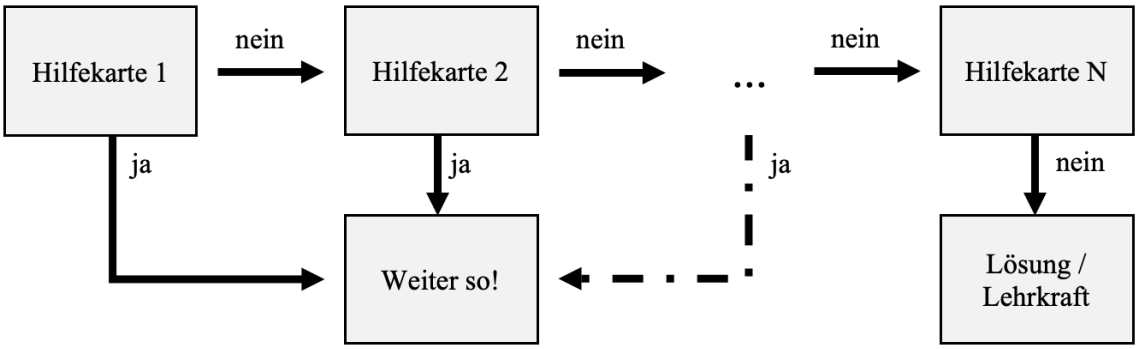


Abbildung 70: Grundschema des digitalen Hilfesystems im 3. Mesozyklus.

9.5.3 Implementation

9.5.3.1 Beschreibung der Stichprobe

Im 3. Mesozyklus wurde die Lernumgebung in fünf inklusiven Lerngruppen an einer Gesamtschule im Köln-Bonner-Umland als Kontrollgruppendesign (vgl. Abschnitt 9.5.3.3) implementiert (Experimentalgruppe, $N = 119$ Schülerinnen und Schüler, 64 Jungen, 55 Mädchen, Durchschnittsalter $11{,}23$ Jahre, $SD = 0{,}467$[177]). Darüber hinaus fungierten fünf inklusive Lerngruppen der Stufe 6, ebenfalls aus dem Köln-Bonner-Umland als Kontrollgruppe ($N = 123$ Schülerinnen und Schüler, 59 Jungen, 64 Mädchen, Durchschnittsalter $11{,}52$ Jahre, $SD = 0{,}624$[178]).

Ausgehend von den Ergebnissen der ITRF (Casale et al. 2019) wurden ca. 20% der Lernenden ausgewählt und – wie in den vorherigen Mesozyklen – als Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen näher betrachtet (vgl. auch Tabelle 109).

Eine Lerngruppe aus der Kontrollgruppe nahm darüber hinaus als Wartekontrollgruppe an der Studie teil (vgl. Abschnitt 9.5.3.3). Im Anschluss an die Implementation in der Experimentalgruppe erhielt diese Lerngruppe die Möglichkeit die Materialien ebenfalls zu testen. Hierbei wurde die Durchführung der Experimente videographiert. In dieser Lerngruppe waren insgesamt 22 Lernende (11 Jungen und 11 Mädchen); fünf dieser Kinder wurden mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelt. In 19 Fällen lag eine ergänzende positive Erlaubnis zur Videoaufzeichnung vor. Aus diesen Lernenden wurden fünf Kleingruppen gebildet.

[177] Die Anzahl von 119 bezieht sich auf die Schülerinnen und Schüler mit positiver Einverständniserklärung. Da an den Schülerfragebögen nur 104 Lernenden ausgefüllt wurden, bezieht sich der angegebene Altersdurchschnitt und Standardabweichung auf diese Lernenden.

[178] Die Anzahl von 123 bezieht sich auf die Schülerinnen und Schüler mit positiver Einverständniserklärung. Da an den Schülerfragebögen nur 103 Lernenden ausgefüllt wurden, bezieht sich der angegebene Altersdurchschnitt und Standardabweichung auf diese Lernenden.

9.5.3.2 Erhebungsinstrumente

In diesem Abschnitt werden die im 3. Mesozyklus genutzten Erhebungsinstrumente vorgestellt. Es wurden folgende Erhebungsinstrumente verwendet: (1) Kurzform der ITRF (Casale et al, 2019) zum universellen Verhaltensscreening zur Ermittlung derjenigen Schülerinnen und Schüler, welche die ausgeprägtesten externalisierenden Verhaltensweisen in der jeweiligen Klasse im Physik- oder NW-Unterricht zeigen, (2) die LSL (Petermann & Petermann, 2013) zur detaillierteren Analyse der in (1) ermittelten Lernenden, (3) eine soziometrische Erhebung, (4) der FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016), (5) Videographie in einer Lerngruppe. Die Erhebungsinstrumente (1) bis (4) wurden bereits in den Abschnitten 9.1.3.2 bzw. 9.3.3.2 vorgestellt. Daher wird an dieser Stelle nur noch die Erhebungsmethode der Videographie beschrieben.

Zu (5): Videographie wird in der erziehungswissenschaftlichen bzw. (fach-)didaktischen Forschung – sicher auch aufgrund der rasanten technischen Weiterentwicklungen (Waldis et al., 2008) und dem daraus resultierenden recht geringen finanziellen bzw. technischen Aufwand (Petko et al., 2003) – immer populärer (Dinkelaker & Herrle, 2009; Seidel & Thiel, 2017), wobei mit der Videographie das Ziel verknüpft ist, „möglichst valide und zuverlässige Messungen vornehmen zu können“ (Seidel & Thiel, 2017, S. 2). Dabei bieten Videoaufnahmen eine Kombination von zueinander gehörenden Bild- und Tonaufnahmen und erweitern durch das Ansprechen von zwei Wahrnehmungskanälen somit mehr Möglichkeiten als die Evaluation einer Audioaufnahme bzw. von Einzelfotos (Dinkelaker & Herrle, 2009). Ferner hat die Erhebung von Videodaten im Vergleich zu Fragebögen, Interviews oder Unterrichtsbeobachtungen den Vorteil, dass die Vorstrukturierung der Erhebungsinstrumente geringer ausfällt (Petko et al., 2003; Dinkelaker & Herrle, 2009). Auch muss bei Videodaten die genaue Forschungsfrage nicht bereits vor der Erhebung vollständig festgelegt werden (Petko et al., 2003). Im Vergleich zur direkten Unterrichtsbeobachtung liegt ein Vorteil von Videographie nach Pauli und Reusser (2006) bzw. Waldis et al. (2008) aufgrund der Wiederholbarkeit der Situation ferner darin, mehr Merkmale bzw. Perspektiven zu erfassen (Seidel & Thiel, 2017) bzw. unterschiedliche Forschungsfragen, die sich erst im Laufe der Zeit ergeben, durch ein erneutes Betrachten der Videoaufnahmen untersuchen zu können (Petko et al., 2003; Dinkelaker & Herrle, 2009). So schreiben Waldis et al. (2008) hierzu:

> „Als hilfreich [...] erweist sich dabei insbesondere die Möglichkeit, eine Unterrichtssequenz mehrmals abzuspielen, um der Komplexität der Unterrichtsprozesse genauer auf die Spur zu kommen und so das eigene Wissen über Unterricht zu erweitern“ (ebd., S. 183).

Auch kann in direkten Unterrichtsbeobachtungen aufgrund der Komplexität der Situation nicht der genaue Wortlaut bzw. die nonverbale Kommunikation im Detail protokolliert werden (Dinkelaker & Herrle, 2009). Die Analyse von Videoaufnahmen schafft hier – bedingt durch die Wiederholbarkeit, Slow-Motion-Funktion usw. – mehr Möglichkeiten (ebd.). Gleichzeitig können auch Videos kein vollkommen getreues Bild der Situation festhalten (Dinkelaker & Herrle, 2009). So können „Geruchs- und Temperaturwahrnehmung, Körpergefühl und Tastsinn“ (ebd., S. 15) nicht berücksichtigt werden. Auch können die Gedanken der Lernenden den Videoaufnahmen nicht entnommen werden, wobei dieses Manko durch ergänzende Interviews verringert werden kann (Seidel

& Thiel, 2017). Dies wiederum ist jedoch mit einem hohen, ergänzenden Aufwand – bezogen auf die Erhebung und Auswertung der Daten – verbunden (Dinkelaker & Herrle, 2009). Ferner können die Begrenztheit des Bildausschnitts bzw. eine schlechte Tonqualität das Bild der Situation verzerren bzw. nicht vollständig einfangen (Petko et al., 2003).

Darüber hinaus spielen Kameraeffekte bei der Reflexion, inwiefern es sich tatsächlich um ein getreues Abbild der Situation handelt, eine entscheidende Rolle. Durch das Einbringen der Kamera in die Lernumgebung, wird eine für die Schülerinnen und Schüler unbekannte Situation geschaffen, in welcher sich gegebenenfalls ihr Verhalten ändert (vgl. z.B. Dinkelaker & Herrle, 2009). Dies kann sich beispielsweise dadurch äußern, dass die Schülerinnen und Schüler bewusst mit der Kamera *interagieren* und *Unsinn machen* (vgl. ebd.). Dinkelaker und Herrle (2009) führen jedoch aus, dass es die „Eigendynamik des Interaktionsgeschehens [...] den Beteiligten nicht [erlaubt], sich dauerhaft auf die stummen Beobachter [gemeint ist die Kamera] zu konzentrieren" (Dinkelaker & Herrle, 2009, S. 27). Auch Petko et al. (2003) kommen zu dem Schluss, dass die Kameraeffekte weniger problematisch sind, als es von den Autoren erwartet wurde. Dabei lassen sich Kameraeffekte auch durch konkrete Maßnahmen verringern: (1) Videoaufzeichnungen im Klassenzimmer – im Falle dieser Studie im Physikraum – und nicht in einer den Lernenden nicht vertrauten Umgebung (Petko et al., 2003; Waldis et al., 2008), (2) so wenig Video- und Audioaufnahmegeräte wie möglich (Waldis et al., 2008), (3) möglichst unauffälliges bzw. zurückhaltendes Verhalten der die Kameras bedienenden Personen (Petko et al., 2003; Waldis et al., 2008; Dinkelaker & Herrle, 2009). Darüber hinaus wurden die Lernenden und die Lehrkraft darauf hingewiesen, dass sie sich so natürlich wie möglich verhalten sollten. Nähere Details findet man im Kameraskript, welches in Anlehnung an Petko (2006) erstellt wurde.[179] Auch aus organisatorischer Sicht bringt die Methode der Videographie Schwierigkeiten mit sich: Nach Dinkelaker und Herrle (2009) liegt bei Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern häufig zu Beginn Skepsis vor. Darüber hinaus muss vorab die Zustimmung des Ministeriums, der Schulleitung, den beteiligten Lehrkräften, den Erziehungsberechtigten und Schülerinnen und Schülern eingeholt werden (Petko et al., 2003; Waldis et al., 2008). Diesbezüglich wurde, in Anlehnung an Petko et al. (2003), den beteiligten Lehrkräften, sowie den Eltern und Lernenden zugesichert, dass nur die am Projekt beteiligten Studierenden und der Autor dieser Arbeit die Videos betrachtet werden. Ferner wurde versichert, dass die Videodaten oder personenbezogenen Daten nicht veröffentlicht werden (vgl. ebd.). Auch wurde von den beteiligten Studierenden eine Erklärung unterschrieben, in welcher sie sich zur Einhaltung der oben genannten Regelungen verpflichten (vgl. ebd.). Die Auswertung erfolgte ferner nicht auf den persönlichen Computern der Studierenden, sondern an einem zentralen Rechner im Büro des Autors dieser Arbeit.

Abschließend sei in diesem Abschnitt knapp auf die Position und Perspektive der verwendeten Kameras eingegangen. Nähere Details können ebenfalls dem Kameraskript im Anhang entnommen werden.

> „Die Wahl der Kameraposition und -perspektive ist sowohl von aufnahmetechnischen als auch von erhebungsmethodischen Überlegungen abhängig. Aufnahmetechnisch ist sicherzustellen, dass die Kamera nicht unmittelbar mit Gegenlicht konfrontiert ist. Erhebungsmethodisch ist darauf zu

[179] Man beachte, dass ein Kameraskript ferner „eine wichtige Voraussetzung für die spätere Validität der Datenauswertung" (Waldis et al., 2008, S. 166) darstellt, da nur auf diese Weise Vergleiche zwischen den Videoaufnahmen möglich sind (ebd.).

achten, dass der zu untersuchende Ausschnitt möglichst vollständig erfasst wird“ (Dinkelaker & Herrle, 2009, S. 25).

Aus erhebungsmethodischen Gründen wurden insgesamt fünf iPads (inklusive Stativ) und fünf Audioaufnahmegeräte genutzt, um alle Kleingruppen, bei denen die Lernenden eine positive Einverständniserklärung vorliegen hatten, zu filmen. Es waren jeweils drei Personen für die Aufnahme der Videos verantwortlich. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Kamera nicht in Richtung Fenster ausgerichtet ist und immer den gesamten Gruppentisch (inklusive der Lernenden in der Kleingruppe) im Blick hat. Kinder ohne positive Einverständniserklärung wurden in Ablehnung an Waldis et al. (2008) so gesetzt, dass sie sich im toten Winkel der iPad-Kameras befinden.

Den Lernenden wurde mitgeteilt, dass sie die Experimente möglichst am Gruppentisch durchführen sollen. Im Falle des Verlassens des Gruppentischs wurde den, die iPad-Kameras bedienenden, Studierenden jedoch in Anlehnung an Waldis et al (2008) bzw. Dinkelaker und Herrle (2009) erlaubt, durch das Schwenken des iPads die Kleingruppe zu verfolgen. Nähere Details hierzu findet man im Kameraskript im Anhang.

9.5.3.3 Durchführung

Anders als im 1. und 2. Mesozyklus wurde im 3. Mesozyklus ein Quasi-experimentelles Design (vgl. Rost, 2013) mit einer Experimentalgruppe und einer Kontrollgruppe genutzt. Die Einteilung der Lerngruppen in Experimental- und Kontrollgruppe wurde dadurch beeinflusst, dass an den beteiligten Gesamtschulen die Lehrkräfte in den jeweiligen Stufen den Unterricht häufig gemeinsam planen. Folglich kam von den Schulen die Bitte, dass alle Lerngruppen einer Schule zeitgleich an der Studie teilnehmen können. Diesem Wunsch wurde entsprochen. Da an einer Schule fünf Lerngruppen und an den anderen Schulen jeweils zwei bzw. drei Lerngruppen teilnehmen wollten, wurden die beiden letztgenannten Schulen zusammengefasst. Zufällig wurde ermittelt, dass es sich bei der Schule mit den fünf Lerngruppen um die Experimentalgruppe handelt. Die Schulen mit den zwei bzw. drei Lerngruppen wurden als Kontrollgruppe ermittelt. Während die Experimentalgruppe die entwickelten Materialien des 2. Re-Designs erhielt, wurde in der Kontrollgruppe der reguläre Unterricht (zu einem anderen Inhaltsfeld) durchgeführt.

Zu den Zeitpunkten t_1 (eine Woche vor Beginn der Implementation in der Experimentalgruppe) und t_2 (eine Woche nach Ende der Implementation in der Experimentalgruppe) wurde in der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe von den Lehrkräften für alle Lernenden mit positiver Elternerlaubnis mit der ITRF (Casale et al., 2019) im Sinne eines universellen Verhaltensscreenings bewertet (vgl. Abbildung 71). Durch die Bildung von Summenscores wurden die erhobenen Daten ausgewertet. Die ca. 20% der Schülerinnen und Schüler mit den höchsten Summenscores in der ITRF (Casale et al., 2019) wurden zusätzlich von den Lehrkräften in Experimental- und Kontrollgruppe eine Woche vor Beginn der Implementation mit der LSL (Petermann & Petermann, 2013) (Skalen Kooperation, Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft, Sozialkontakt, Anstrengungsbereitschaft, Konzentration und Selbstständigkeit) eingeschätzt.

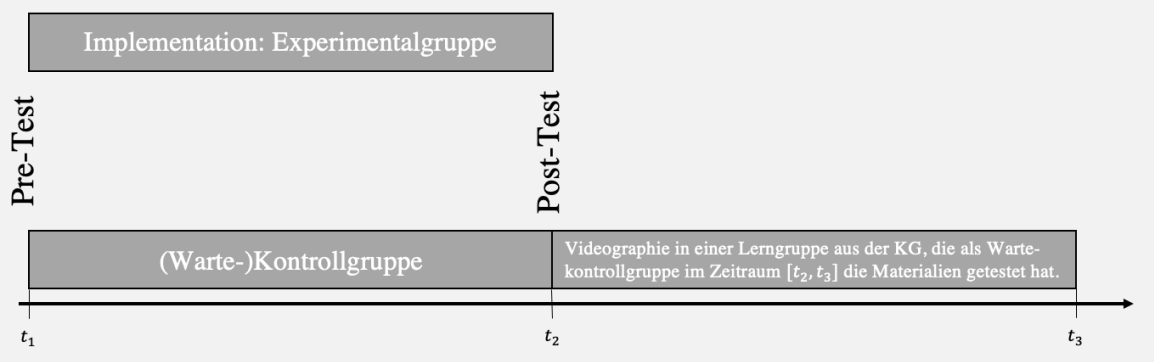


Abbildung 71: Grafische Darstellung des Quasi-experimentellen Designs im 3. Mesozyklus.

Von den Schülerinnen und Schülern der Experimental- und Kontrollgruppe wurde der FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) (Skalen Soziale Integration und Klassenklima) und die Soziometrie ausgefüllt. Darüber hinaus wurde von der Experimentalgruppe zum Zeitpunkt t_1 und t_2 das Concept Inventory gelöst. In der Kontrollgruppe wurde das Concept Inventory aus ökonomischen Gründen nicht verwendet. Insbesondere erscheint eine Verwendung des Concept Inventories in der Kontrollgruppe insofern nicht sinnvoll, dass die Lernenden im Zeitraum $[t_1, t_2]$ ihren regulären Unterricht zu einem anderen Inhaltsfeld erhalten haben.

Die Gruppeneinteilung in der Experimentalgruppe erfolgte ausgehend von den Ergebnissen der soziometrischen Erhebung und wurde vom Testleiter erstellt. Sie wurde mit den Lehrkräften besprochen. Die eigentliche Implementation des Re-Designs fand im regulären Physik- bzw. NW-Unterricht statt. Zu Beginn wurde von der Lehrkraft gemeinsam mit den Lernenden das Regelwerk erarbeitet bzw. besprochen. Anschließend wurde den Lernenden das Konzept der Lernumgebung erläutert. Die Gruppeneinteilung wurde von der Lehrkraft bekannt gegeben. Es wurde darauf hingewiesen, dass Gruppenwechsel nicht vorgesehen sind. Im Anschluss arbeiteten die Lernenden in einem Zeitraum von 12-14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten (bzw. 6-7 Doppelstunden à 90 Minuten) eigenständig in den Kleingruppen. Die Lehrkraft trat, wie auch im Design und 1. Re-Design, als Lernbegleiter auf und evaluierte mit den Lernenden am Ende der jeweiligen Doppelstunde das individuelle Arbeits- und Sozialverhalten in den Kleingruppen. Sterne (im Sinne des Verstärkersystems) wurden von den Lehrkräften ausgegeben. Bedingt durch die Qnline-Feedback-Quizze, die jeweils am Ende einer Doppelstunde von den Kleingruppen ausgefüllt wurden, wurde von den Lehrkräften darüber hinaus in der Folgestunde jeweils eine individuelle Rückmeldung an die Kleingruppen gegeben. Die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe erhielten im Zeitraum $[t_1, t_2]$ ihren regulären Unterricht zu einem anderen Inhaltsfeld. Gleichzeitig wurde den Schulen mit den zwei bzw. drei Lerngruppen im Sinne von Wartekontrollgruppen die Möglichkeit gegeben, im Anschluss an die Implementationsphase – im Zeitraum $[t_2, t_3]$ – ebenfalls die Materialien im Unterricht einzusetzen und zu testen. In einer der Wartekontrollgruppen ergab sich ferner die Möglichkeit, die Schülerinnen und Schüler im Zeitraum $[t_2, t_3]$ während der Implementation des 2. Re-Designs zu videographieren. Die Videoaufnahmen wurden jeweils mit Hilfe von iPads von Studierenden der Universität zu Köln und dem Autor dieser Arbeit anfertigt, wobei jeweils nur die Kleingruppe videographiert wurde. Nähere Details zur Videographie können dem Kameraskript im Anhang entnommen werden.

9.5.4 Datenanalyse & Reflexion

9.5.4.1 Auswertungsdesign für quantitative Daten

Das Auswertungsdesign für die ITRF (Casale et al., 2019), die LSL (Petermann & Petermann, 2013), die Soziometrie, den FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016), und das Concept Inventory wurden bereits in Abschnitt 9.1.3.4 bzw. 9.3.4.1 beschrieben.

Um einen Vergleich zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe zu erhalten, wurde eine Mixed-ANOVA bzw. eine ANCOVA (bei signifikant unterschiedliche Pre-Werten) (vgl. Rasch et al., 2014b; Bortz & Döring, 2015; Keller, 2017; Hemmerich, 2020) für die Auswertung der Soziometrie bzw. ein Rank Transform Test (Conover & Iman, 1981) für die Auswertung von LSL (Petermann & Petermann, 2013), FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) und dem Concept Inventory durchgeführt. Vergleiche zwischen dem 2. und 3. Mesozyklus wurden ebenfalls mit dem Rank Transform Test durchgeführt.

9.5.4.2 Auswertungsdesign für die Videodaten

Zur Auswertung von Videodaten können unter anderem niedrig- oder hoch-inferente Kategoriensysteme bzw. Analyseverfahren verwendet werden (Petko et al., 2003; Waldis et al., 2008; Seidel & Thiel, 2017). Dabei versteht man nach Seidel und Thiel (2017) unter Inferenz den „Grad an Schlussfolgerungen [...], die man bei der Einschätzung bzw. Codierung des beobachteten Videomaterials zu treffen hat“ (ebd., S. 7). Niedrig-inferente Kategoriensysteme bzw. Analyseverfahren sind entsprechend dadurch charakterisiert, dass die Kategorien direkt beobachtbar sind und keine Interpretationen der gezeigten Situation notwendig ist (Petko et al., 2003; Waldis et al., 2008; Seidel & Thiel, 2017). Dabei kann der zeitliche Anfangs- und Endpunkt einer Situation, in der eine bestimmte Kategorie erfüllt ist, recht genau bestimmt werden (Waldis et al., 2008). Hierzu ist es jedoch notwendig möglichst „präzise Analysekategorien zu formulieren, welche den Beobachtenden möglichst klare Entscheidungsleitlinien an die Hand geben“ (ebd., S. 171). Aus diesen Zeitbereichen heraus können Mittelwerte für die Länge von bestimmten Ereignissen bzw. deren Häufigkeit bestimmt und analysiert werden (Petko et al., 2003). Bei hoch-inferenten Kategoriensystemen sind dagegen Schlussfolgerungen durch die Codierer notwendig (Petko et al., 2003; Waldis et al., 2008; Seidel & Thiel, 2017). Die Codierer müssen entsprechend die vorliegenden Videodaten im Hinblick auf bestimmte Aspekte bewerten (ebd.).

Das niedrig-inferente Kategoriensystem für diese Studie wurde sowohl aus theoretischen Überlegungen deduktiv entwickelt und am konkreten Videomaterial induktiv weiterentwickelt. Dabei umfassen die Entwicklung und Codierung im Sinne eines zyklischen Vorgehens mehrere Schritte, die in Abbildung 72 übersichtlich dargestellt sind. Zur Auswertung der Videodaten wurde das Programm MAXQDA verwendet.

Als Analyseeinheit (UK 0) wird der Bereich *Experimentierkoffer steht auf dem Tisch* bis *Experimentierkoffer verlässt den Tisch gewertet*. Sollte der Experimentierkoffer nicht weggebracht werden, wird das Ende der Analyseeinheit durch das Beginnen einer neuen Aufgabe definiert. Als Referenz gilt hierbei das Kind, welches als Letztes mit der neuen Aufgabe beginnt. Sollte ein Video durchgefilmt und der Experimentierkoffer nicht weggebracht worden sein, startet das Video sobald das erste Kind mit dem Experiment beginnt. Das für diese Arbeit reduzierte bzw. auf die Forschungsfragen fokussierte Kategoriensystem findet man im Anhang. Zur Prüfung des Kategoriensystems wird die

Intercoder-Reliabilität (Mayring, 2015; Kuckartz, 2018) mit dem Programm MAXQDA bestimmt. Hierbei wird, je nachdem ob Zeitbereiche oder Häufigkeiten in der jeweiligen Kategorie von Bedeutung sind, auf die Funktion Codeüberlappung an Segmenten von mindestens 90% bzw. Häufigkeit des Codes im Dokument zurückgegriffen. Bezüglich der erstgenannten Möglichkeit ist zu bedenken, dass es bei sehr kurzen, codierten Zeitabschnitten leicht zu einer geringen Übereinstimmung der Codierer führen kann, wenn der Anfangs- oder Endpunkt im Millisekunden Bereich unterschiedlich bei den beiden Codierern ist. Um dieses Problem zu umgehen, wurde ein Abweichungsspielraum von einer Sekunde eingeräumt (vgl. auch Waldis et al., 2008). Entsprechend wurden die Anfangs- und Endpunkte bei Abweichungen von unter einer Sekunde im gemeinsamen Gespräch zwischen den Codierern angepasst.[180]

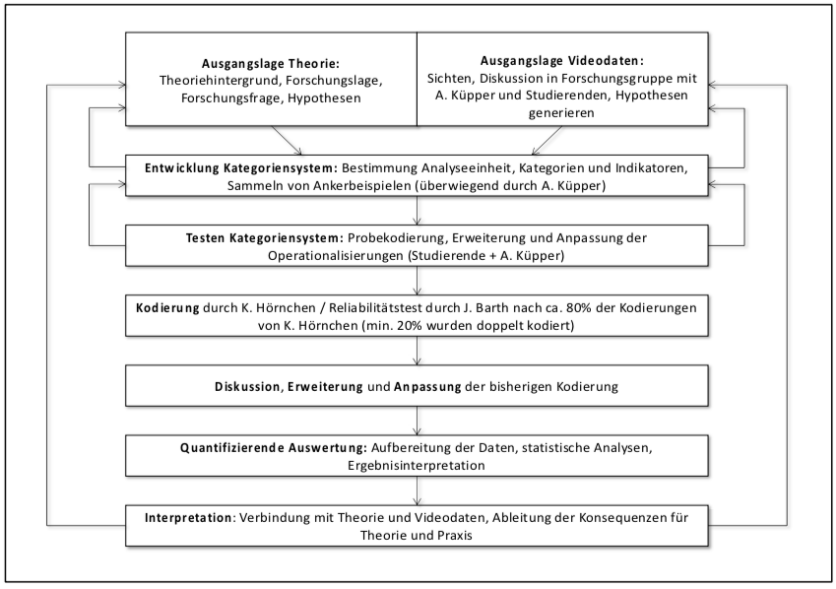


Abbildung 72: Vorgehen bei der Videoanalyse entnommen aus Hörnchen und Barth (2019) in Anlehnung an Bos und Tranai (1999).

9.5.4.3 Ergebnisse aus der Ersteinschätzung mit der ITRF

Wie in den vorherigen Mesozyklen wurden die Schülerinnen und Schüler mit positiver Einverständniserklärung mit der ITRF (Casale et al., 2019) eingeschätzt. Im Mittel erreichten die Schülerinnen und Schüler der Experimentalgruppe in der ITRF (Casale et al., 2019) einen Mittelwert von 8,00 ($SD = 9{,}006$)[181] und die Lernenden der Kontrollgruppe einen Mittelwert von 11,587 ($SD = 11{,}654$) [182]. In Tabelle 109 sind die Mittelwerte für die Summenscores jeweils für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und die übrigen Lernenden dargestellt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Mann-Whitney-U-Tests zeigen, dass sich die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen nicht signifikant voneinander unterscheiden (Mann-Whitney-U-Test: $U = 383{,}500$; $p = 0{,}434$). Die übrigen Lernenden in Experimental- und Kontrollgruppe

[180] Nicht codierte Kategorien bei der Zweitcodierung wurden als Übereinstimmung gewertet.
[181] Bei einem Kind wurde der Fragebogen nicht vollständig ausgefüllt.
[182] Bei einem Kind wurde der Fragebogen ebenso nicht vollständig ausgefüllt.

unterscheiden sich dagegen signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: $U = 2601{,}000$; $p = 0{,}000$).

	Experimentalgruppe			Kontrollgruppe		
	N	M	SD	N	M	SD
Lernende mit den am stärksten ausgeprägten, externalisierenden Verhaltensweisen.	30	19,57	7,46	29	23,38	12,32
Die übrigen Lernenden.	88	4,06	5,35	93	7,77	7,19

Tabelle 109: Mittelwerte aus der ITRF im 3. Mesozyklus.

9.5.4.4 Ergebnisse aus dem Concept Inventory

Die Mittelwerte und Standardabweichung der quantitativen Auswertung des Concept Inventories sind in Tabelle 110 dargestellt. Es kommt es zu einem signifikanten Anstieg des Summenscores (Wilcoxon-Test: $Z = -8{,}108$; $p = 0{,}000$). Der Korrelationskoeffizient beträgt $0{,}79$ (Gesamtpunktzahl), sodass es sich nach Cohen (1992) bzw. Bühner und Ziegler (2009) um einen großen Effekt handelt.

	Gesamt Pre	Gesamt Post
M	9,2476	16,1714
N	105	105
SD	3,91197	7,68047

Tabelle 110: Mittelwerte im Pre- und Post-Test von allen Lernenden der Experimentalgruppe im 3. Mesozyklus.

Die Veränderungen in den einzelnen Items inklusive der Wilcoxon-Tests sind in Tabelle 111 eingetragen. In den Items 2a und 2b zeigen sich keine signifikanten Veränderungen vom Pre- zum Post-Test, während die Unterschiede in den übrigen Items jeweils signifikant sind. Die Effektstärken liegen zwischen $0{,}2$ (Item 1, schwacher Effekt) und $0{,}62$ (Item 11, starker Effekt).

Um die Veränderungen im Design aus Sicht des Kompetenzzuwachses zum Umgang mit Fachwissen bewerten zu können, bietet es sich an, die erhobenen Daten aus dem 2. und 3. Mesozyklus miteinander zu vergleichen. Die erreichten Gesamtpunktzahlen im Pre-Test vom 2. und 3. Mesozyklus unterscheiden sich signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: $U = 7144{,}500$; $p = 0{,}003$). Auf Ebene der einzelnen Items zeigt sich, dass der Unterschied in den Pre-Mittelwerten je nach Item statistisch signifikant ist oder nicht (vgl. Tabelle 112).

In diesem Abschnitt werden die Items 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9 und 10 näher analysiert, weil es zu diesen Inhalten Änderungen im Design gab.[183] Während für die Items 3, 4, 6, 7, 9 und 10 eine ANOVA mit Rangdaten durchgeführt wird, ist dies für Item 1 und 5 (wie auch für die Gesamtpunktzahl) nicht möglich. Entsprechend wird hierzu eine ANCOVA mit Rangdaten durchgeführt. Die Daten wurden mit dem Programm SPSS in allen Fällen vorab in Ränge transformiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 113 übersichtlich dargestellt. Man beachte, dass der Verständlichkeit halber jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen für die

[183] An der Erarbeitung der Thematik *Reflexion* wurden keine Änderungen vorgenommen. Änderungen an der Thematik *Streuung* wirken sich jedoch gegebenenfalls auf die Erarbeitung der *Reflexion* aus.

Rohdaten angegeben sind. Die Ergebnisse des Rank-Transform-Tests beziehen sich jedoch auf die transformierten Ränge. Grau hinterlegte Auswertungen in Tabelle 113 erfolgten mit der ANCOVA.

	Frage 1 Pre	Frage 1 Post	Frage 2a Pre	Frage 2a Post	Frage 2b Pre	Frage 2b Post	Frage 3 Pre	Frage 3 Post	Frage 4 Pre	Frage 4 Post
M	1,6286	1,8857	1,2762	1,3143	2,3810	2,5333	0,7905	1,2381	0,1714	0,5714
N	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
SD	0,68300	0,76352	0,98542	1,02201	0,90278	0,77294	1,05334	0,98570	0,37869	0,73193
Z	-2,982		-0,090		-1,463		-3,578		-5,061	
p	0,003		0,929		0,144		0,000		0,000	
r	0,20		x		x		0,35		0,49	
	Frage 5 Pre	Frage 5 Post	Frage 6 Pre	Frage 6 Post	Frage 7 Pre	Frage 7 Post	Frage 8 Pre	Frage 8 Post	Frage 9 Pre	Frage 9 Post
M	1,3714	2,1333	0,6286	1,5619	0,0952	0,5905	0,0476	0,2952	0,1143	1,0762
N	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
SD	1,16237	1,10998	0,93291	1,30032	0,38038	0,92711	0,29026	0,70607	0,54268	1,41893
Z	-4,680		-5,749		-4,940		-3,183		-5,604	
p	0,000		0,000		0,000		0,001		0,000	
r	0,46		0,56		0,48		0,31		0,55	
	Frage 10 Pre	Frage 10 Post	Frage 11 Pre	Frage 11 Post	Frage 12a Pre	Frage 12a Post	Frage 12b Pre	Frage 12b Post		
M	0,1524	0,7905	0,1810	0,8095	0,1810	0,7905	0,2286	0,5714		
N	105	105	105	105	105	105	105	105		
SD	0,61677	1,24573	0,38683	0,76076	0,38683	1,13252	0,60855	0,95934		
Z	-4,691		-6,372		-4,919		-3,528			
p	0,000		0,000		0,000		0,000			
r	0,46		0,62		0,48		0,34			

Tabelle 111: Mittelwerte der einzelnen Items im Pre- und Post-Test inklusive der Ergebnisse des Wilcoxon-Tests.

Item	Frage 1	Frage 2a	Frage 2b	Frage 3
Mann-Whitney U	6825,000	7823,500	8978,000	8996,000
p	0,000	0,041	0,927	0,951
Item	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7
Mann-Whitney U	8215,500	6964,000	8191,000	8853,500
p	0,083	0,000	0,110	0,487
Item	Frage 8	Frage 9	Frage 10	Frage 11
Mann-Whitney U	8931,000	8863,500	8793,000	8131,000
p	0,544	0,426	0,335	0,013
Item	Frage 12a	Frage 12b		
Mann-Whitney U	7396,000	9010,000		
p	0,000	0,959		

Tabelle 112: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Test zum Vergleich der Daten aus dem Pre-Test im 2. und 3. Mesozyklus für die einzelnen Items.

Bei den Items 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9 und 10, sowie der Gesamtpunktzahl, zeigt sich jeweils, dass sowohl die Post-Werte im 2., wie auch im 3. Mesozyklus höher sind als die Werte im Pre-Test. Gleichzeitig zeigt sich, dass die Mittelwerte im 3. Mesozyklus im Post-Test jeweils auch höher sind als die Mittelwerte im Post-Test des 2. Mesozyklus, wobei es jeweils zu einem (wenn nicht notwendigerweise signifikant) unterschiedlichen Anstieg kommt. Die Ergebnisse des Rang-Transform-Tests zeigen ferner, dass bei den Items 7, 9 und 10 eine signifikant stärkere Veränderung vom Pre- zum Post-Test im 3. Mesozyklus stattfand (vgl. Tabelle 113). Bei der Gesamtpunktzahl und Item 5 kommt es ferner zu einem signifikant unterschiedlichen Post-Wert bei Kontrolle des Pre-Werts, während dies bei Item 1 nicht der Fall ist.

Skala	t	M (2 M)	N (2 M)	SD (2 M)	M (3 M)	N (3 M)	SD (3 M)	F	df	p	η^2
Gesamt	**Pre**	**7,5349**	**172**	**4,3815**	**9,2476**	**105**	**3,9120**	**9,975**	**1**	**0,002**	**0,035**
Gesamt	**Post**	**11,866**	**172**	**6,2370**	**16,171**	**105**	**7,6805**				
Item 1	Pre	1,2442	172	1,0253	1,6286	105	0,6830	1,158	1	0,283	x
Item 1	Post	1,7965	172	0.9669	1,8857	105	0,7635				
Item 3	Pre	0,7849	172	0,9943	0,7905	105	1,0533	0,840	1	0,360	x
Item 3	Post	1,1163	172	1,0307	1,2381	105	0,9857				
Item 4	Pre	0,2616	172	0,4408	0,1714	105	0,3787	1,595	1	0,208	x
Item 4	Post	0,5174	172	0,5240	0,5714	105	0,7319				
Item 5	**Pre**	**0,8721**	**172**	**1,0847**	**1,3714**	**105**	**1,1624**	**12,905**	**1**	**0,000**	**0,045**
Item 5	**Post**	**1,3953**	**172**	**1,3137**	**2,1333**	**105**	**1,1100**				
Item 6	Pre	0,4477	172	0,8326	0,6286	105	0,9329	3,023	1	0,083	x
Item 6	Post	1,0291	172	1,1669	1,5619	105	1,3003				
Item 7	**Pre**	**0,0756**	**172**	**0,3588**	**0,0952**	**105**	**0,3804**	**9,345**	**1**	**0,002**	**0,033**
Item 7	**Post**	**0,2907**	**172**	**0,7214**	**0,5905**	**105**	**0,9271**				
Item 9	**Pre**	**0,0756**	**172**	**0,4460**	**0,1143**	**105**	**0,5427**	**10,189**	**1**	**0,002**	**0,036**
Item 9	**Post**	**0,5174**	**172**	**1,1159**	**1,0762**	**105**	**1,4189**				
Item 10	**Pre**	**0,0930**	**172**	**0,4621**	**0,1524**	**105**	**0,6168**	**6,445**	**1**	**0,012**	**0,023**
Item 10	**Post**	**0,3779**	**172**	**0,8932**	**0,7905**	**105**	**1,2457**				

Tabelle 113: Ergebnisse von ANOVA bzw. ANCOVA (grau) für den Vergleich zwischen 2. und 3. Mesozyklus im Hinblick auf die Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen.

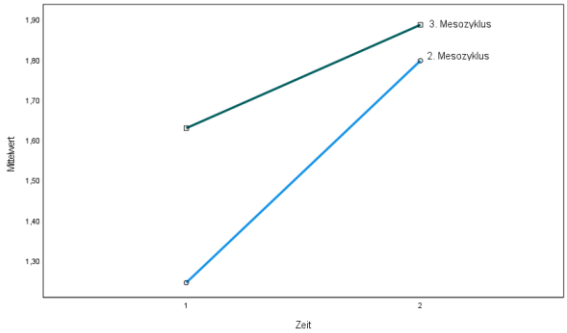


Abbildung 73: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Reflexion' (Item 1).

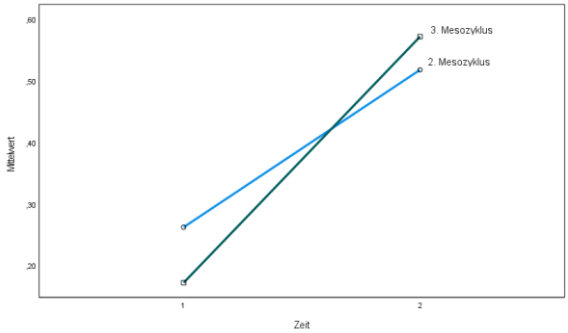


Abbildung 74: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für die Fachbegriffe ‚Reflexion, Absorption und Streuung' (Item 4).

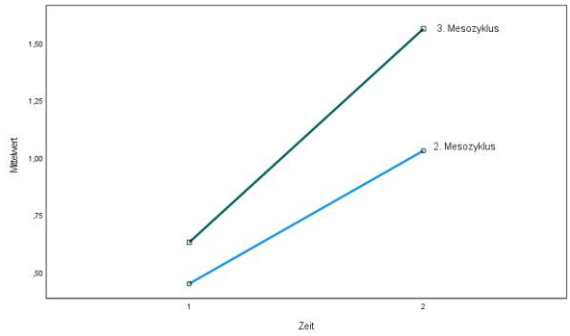


Abbildung 75: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Licht trifft auf weiße Flächen' (Item 6).

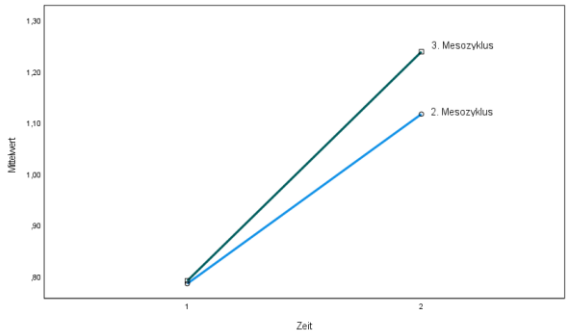


Abbildung 76: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Schattenentstehung' (Item 3).

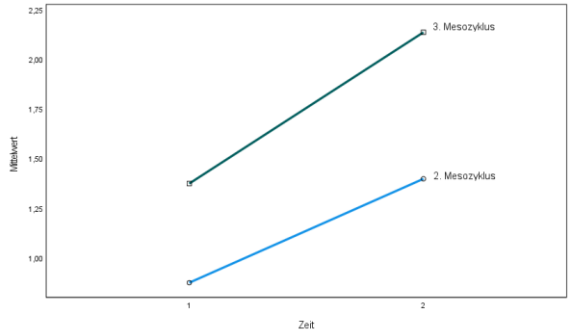


Abbildung 77: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Sonnenfinsternis' (Item 5).

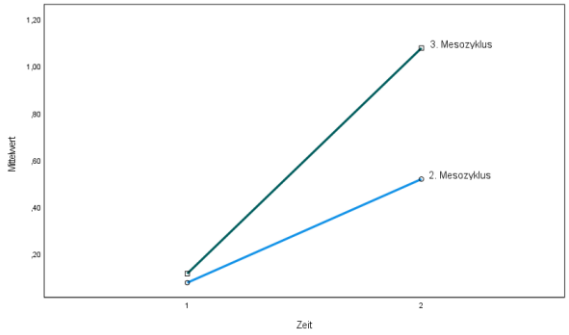


Abbildung 78: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Mondfinsternis' (Item 9).

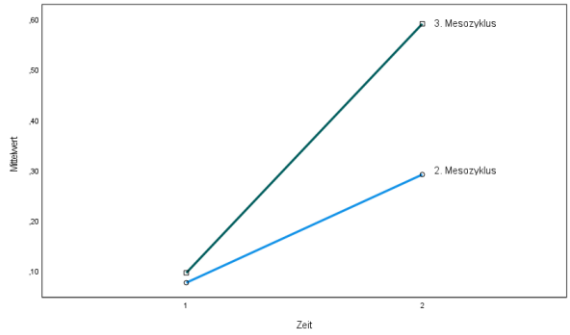


Abbildung 79: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Entstehung der Mondphasen' (Item 7).

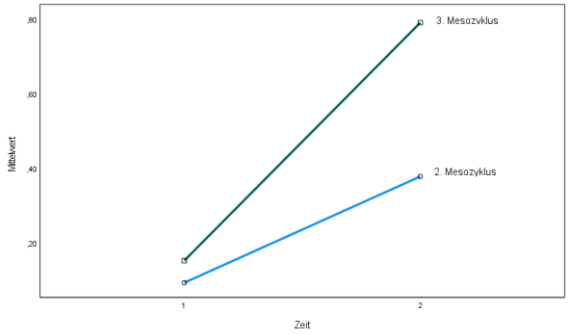


Abbildung 80: Pre-/Post-Veränderungen für den 2. und 3 Mesozyklus für den Inhalt ‚Entstehung eines Halbmondes (Zeichnung)' (Item 10).

Neben dem Vergleich zwischen dem 2. und 3. Mesozyklus spielen auch die Auswirkungen der Lernumgebung auf die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen eine wichtige Rolle (vgl. Tabelle 114).

	Summe Pre	Summe Post	Summe Pre	Summe Post
	Mit der ITRF ermittelte Schüler*innen (ca. 20%)		Die übrigen Schüler*innen (ca.80%)	
M	7,4091	11,2273	9,7349	17,4819
N	22	22	83	83
SD	3,20207	5,45922	3,94191	7,67378

Tabelle 114: Ergebnisse des Leistungstests differenziert nach den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden.

In einem ersten Schritt werden daher die Veränderungen für die jeweiligen Gruppen betrachtet. Die Ergebnisse der Wilcoxon-Tests zeigen, dass es sowohl bei den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (Wilcoxon-Test: $Z = -3{,}182;\ p = 0{,}001;\ r = 0{,}68$) und den übrigen Lernenden (Wilcoxon-Test: $Z = -7{,}446; p = 0{,}000; r = 0{,}82$) zu einem starken Effekt kommt (vgl. Cohen, 1992; Bühner & Ziegler, 2009). Weil die Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen im Pre-Test signifikant unterschiedlich sind (Mann-Whitney-U-Test: $U = 582{,}500;\ p = 0{,}09$), ist eine ANOVA nicht möglich. Die durchgeführte ANCOVA zeigt jedoch, dass die beiden Gruppen bei Kontrolle der Pre-Werte unterschiedliche Post-Werte haben ($F = 7{,}018;\ df = 1{,}000;\ p = 0{,}009;\ \eta^2 = 0{,}064$). Entsprechend profitieren die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen weniger als die übrigen Lernenden im Hinblick auf den Erwerb von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen (vgl. auch Abbildung 81).

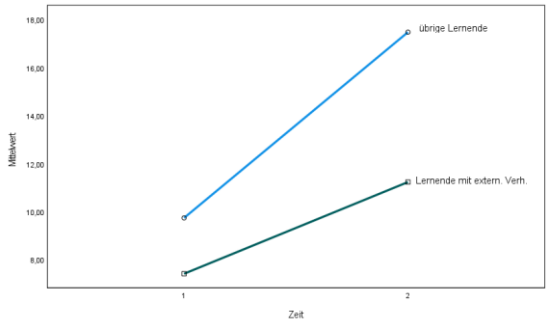


Abbildung 81: Veränderungen in der Gesamtpunktzahl vom Pre- zum Post-Test für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und die übrigen Lernenden (80%) im 3. Mesozyklus.

9.5.4.5 Ergebnisse aus der soziometrischen Ergebung

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse aus der soziometrischen Erhebung präsentiert, wobei die Ergebnisse für die folgenden vier Aspekte genannt werden: (1) Fremdnennungen mit Bezugsgruppe *gesamte Lerngruppe*, (2) Fremdnennungen mit Bezugsgruppe *Kleingruppe*, (3) Eigennennungen mit Bezugsgruppe *gesamte Lerngruppe* und (4) Eigennennungen mit Bezugsgruppe *Kleingruppe*. Es wird jeweils zunächst dargestellt, ob sich die Stichproben in der Experimental- und Kontrollgruppe zu Beginn signifikant unterscheiden. Darüber hinaus werden die Ergebnisse aus der Mixed-ANOVA, inwiefern sich die Veränderungen in den Wahlen, Nicht-Nominieren und Ablehnungen signifikant in der Experimental- und Kontrollgruppe unterscheiden, präsentiert. Im Falle, dass die Veränderungen der Wahlen und Ablehnungen im Vergleich von Pre- und Post Test zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant sind, wird zusätzlich ein Wilcoxon-Test für die Veränderungen in den beiden Gruppen präsentiert. Die Nicht-Nominierungen werden in diesem Fall nicht näher betrachtet und werden auch nicht grafisch dargestellt.

Zu (1): Die Anzahl der Fremdwahlen, -ablehnungen und Nicht-Nominierungen (Bezugsgruppe *gesamte Lerngruppe*) unterscheidet sich im Pre-Test nicht signifikant zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 5223{,}000;\ p = 0{,}757;$ Ablehnungen: $U = 5291{,}500;\ p = 0{,}881;$ Nicht-Nominierung: $U = 4759{,}500;\ p = 0{,}166$). Die Wahlen verändern sich signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test (Interaktionseffekt: $F = 16{,}522;$

$p = 0{,}000$; $\eta^2 = 0{,}075$, mittlerer Effekt nach Rasch et al. (2014b)), während es zu keinen signifikanten Änderungen bei den Nicht-Nominierungen und Ablehnungen kommt (vgl. Tabelle 115). Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass sich die Ablehnungen in der Experimentalgruppe nicht signifikant verändern (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}351$; $p = 0{,}725$), während sich die Anzahl der Ablehnungen in der Kontrollgruppe signifikant erhöht (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}706$; $p = 0{,}007$).

Skala	t	M (EG)	N (EG)	SD (EG)	M (KG)	N (KG)	SD (KG)	F	df	p_{Anova}	η^2
Alle Schülerinnen und Schüler											
Ablehnung	Pre	0,3966	104	0,2155	0,4037	103	0,1819	3,642	1	0,058	x
Ablehnung	Post	0,3936	104	0,2237	0,4352	103	0,2233				
Wahl	**Pre**	**0,2794**	**104**	**0,1479**	**0,2683**	**103**	**0,1350**	**16,522**	**1**	**0,000**	**0,075**
Wahl	**Post**	**0,3273**	**104**	**0,1660**	**0,2610**	**103**	**0,1529**				
Nicht-Nom.	Pre	0,3240	104	0,1708	0,3280	103	0,1082	1,235	1	0,268	x
Nicht-Nom.	Post	0,2791	104	0,1476	0,3038	103	0,1376				
Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%)											
Ablehnung	Pre	0,4761	26	0,1987	0,5003	27	0,1924	1,119	1	0,295	x
Ablehnung	Post	0,4515	26	0,1726	0,5113	27	0,2282				
Wahl	Pre	0,2246	26	0,1258	0,1999	27	0,1168	1,117	1	0,296	x
Wahl	Post	0,2753	26	0,1360	0,2218	27	0,1316				
Nicht-Nom.	Pre	0,2992	26	0,2130	0,2998	27	0,1165	0,042	1	0,839	x
Nicht-Nom.	Post	0,2732	26	0,1344	0,2670	27	0,1366				
Die übrigen Schülerinnen und Schüler (80%)											
Ablehnung	Pre	0,3701	78	0,2156	0,3694	76	0,1662	2,620	1	0,108	x
Ablehnung	Post	0,3743	78	0,2361	0,4082	76	0,2167				
Wahl	**Pre**	**0,2977**	**78**	**0,1509**	**0,2926**	**76**	**0,1334**	**17,176**	**1**	**0,000**	**0,102**
Wahl	**Post**	**0,3447**	**78**	**0,1721**	**0,2750**	**76**	**0,1583**				
Nicht-Nom	Pre	0,3322	75	0,1550	0,3380	76	0,1041	1,817	1	0,180	x
Nicht-Nom	Post	0,2810	75	0,1525	0,317	76	0,1367				

Tabelle 115: Ergebnisse der Mixed-ANOVA – gesamte Lerngruppe – Fremdwahl.

Im Folgenden werden die Ergebnisse getrennt voneinander für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und den übrigen Lernenden präsentiert.

Im Pre-Test unterscheiden sich die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) nicht signifikant in den erhaltenen Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen voneinander (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 299{,}500$; $p = 0{,}359$; Ablehnungen: $U = 334{,}500$; $p = 0{,}769$; Nicht-Nominierung: $U = 314{,}500$; $p = 0{,}516$). Die Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen verändern sich nicht signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test (vgl. Tabelle 115). Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass sich die Ablehnungen in der Experimentalgruppe und Kontrollgruppe nicht signifikant verändern (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe: $Z =$

$-0{,}683$; $p = 0{,}495$; Kontrollgruppe: $Z = -0{,}415$; $p = 0{,}678$). Die Wahlen erhöhen sich dagegen in der Experimentalgruppe signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}507$; $p = 0{,}012$), während die Wahlen in der Kontrollgruppe für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen keine signifikante Veränderung aufweisen (Wilcoxon-Test: $Z = -1{,}251$; $p = 0{,}211$).

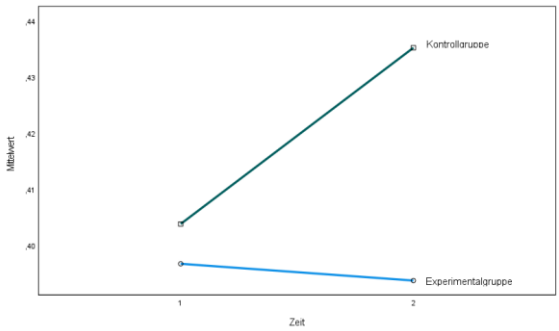


Abbildung 82: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

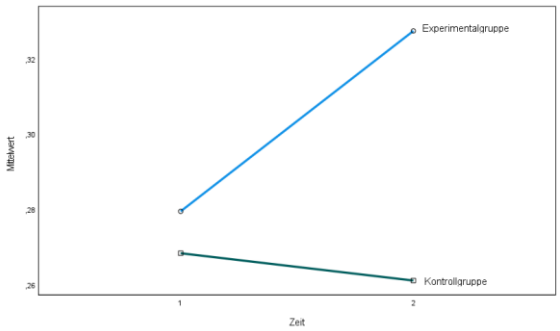


Abbildung 83: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

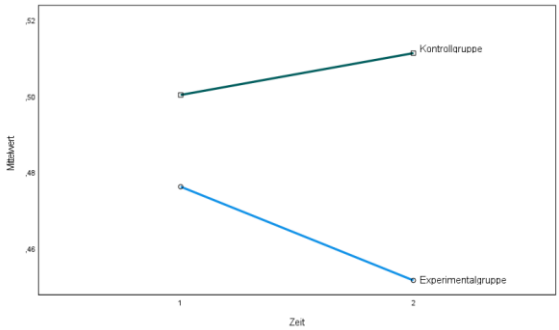


Abbildung 84: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

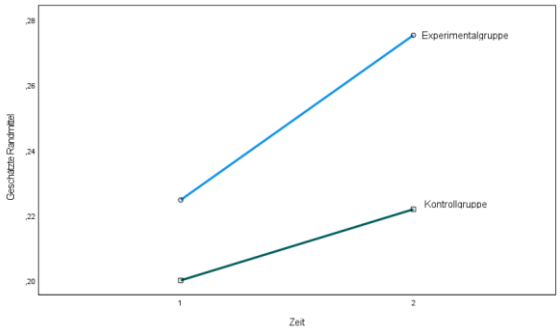


Abbildung 85: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

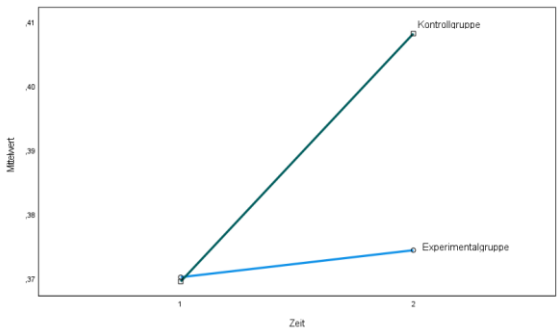


Abbildung 86: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

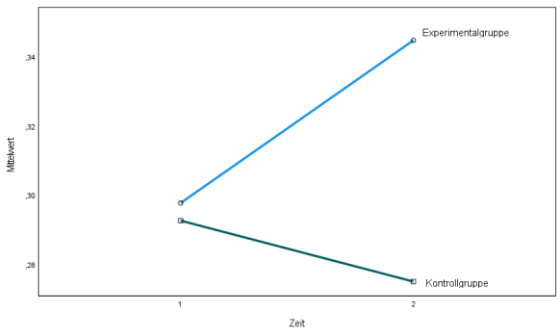


Abbildung 87: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

Im Pre-Test sind die Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen auch bei den übrigen Schülerinnen und Schüler in der Experimental- und Kontrollgruppe nicht signifikant unterschiedlich (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 2931{,}000$; $p = 0{,}905$;

Ablehnungen: $U = 2928{,}000$; $p = 0{,}896$; Nicht-Nominierung: $U = 2594{,}500$; $p = 0{,}181$). Die Wahlen verändern sich jedoch signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test (Interaktionseffekt: $F = 17{,}176$; $p = 0{,}000$; $\eta^2 = 0{,}102$, mittlerer Effekt nach Rasch et al. (2014b)), während es nicht zu signifikanten Änderungen bei den Nicht-Nominierungen und Ablehnungen kommt (vgl. Tabelle 115). Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass sich jeweils die Ablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe nicht signifikant verändern (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe: $Z = -0{,}683$; $p = 0{,}495$; Kontrollgruppe: $Z = 0{,}415$; $p = 0{,}678$).

Zu (2): Die Anzahl der Fremdwahlen, -ablehnungen und Nicht-Nominierungen (Bezugsgruppe *Kleingruppe*) unterscheiden sich im Pre-Test nicht signifikant zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 4672{,}000$; $p = 0{,}729$; Ablehnungen: $U = 4446{,}500$; $p = 0{,}357$; Nicht-Nominierung: $U = 4509{,}000$; $p = 0{,}437$). Die Anzahl an Wahlen und Nicht-Nominierungen verändern sich signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test (Interaktionseffekt: Wahlen: $F = 15{,}005$; $p = 0{,}000$; $\eta^2 = 0{,}072$, mittlerer Effekt nach Rasch et al. (2014b); Nicht-Nominierungen: $F = 5{,}851$; $p = 0{,}016$; $\eta^2 = 0{,}029$, kleiner Effekt nach Rasch et al. (2014b)), während es nicht zu signifikanten Änderungen bei den Ablehnungen kommt (vgl. Tabelle 116).

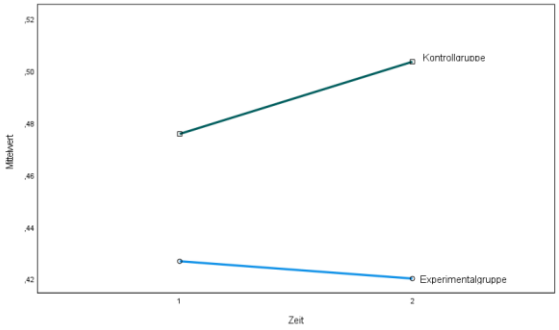


Abbildung 88: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

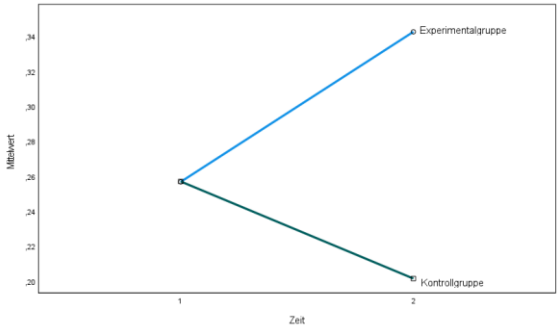


Abbildung 89: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

Die Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen bei den Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen verändern sich nicht signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe vom Pre- zum Post-Test (vgl. Tabelle 116). Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass sich die Wahlen und Ablehnungen in der Experimentalgruppe und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test nicht signifikant verändern (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe (Wahlen): $Z = -0{,}053$; $p = 0{,}958$; Kontrollgruppe (Wahlen): $Z = -1{,}890$; $p = 0{,}059$; Experimentalgruppe (Ablehnungen): $Z = -0{,}533$; $p = 0{,}580$; Kontrollgruppe (Ablehnungen): $Z = -0{,}302$; $p = 0{,}763$). Bei den Wahlen ist darüber hinaus auffällig, dass die Mittelwerte der Kontrollgruppe von $0{,}3067$ auf $0{,}2400$ sinken, während die Mittelwerte in der Experimentalgruppe leicht von $0{,}2599$ auf $0{,}2633$ ansteigen.

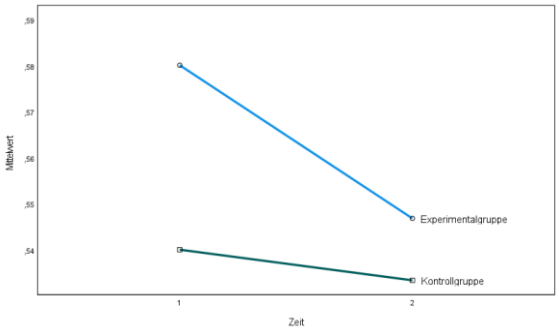


Abbildung 90: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

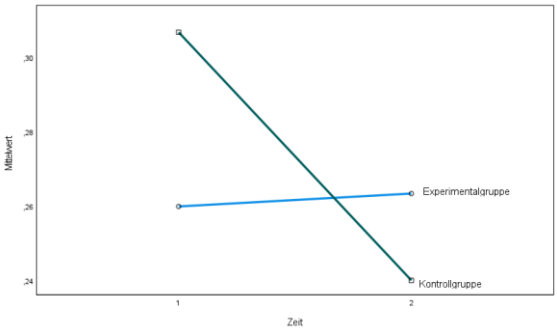


Abbildung 91: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

Skala	t	M (EG)	N (EG)	SD (EG)	M (KG)	N (KG)	SD (KG)	F	df	p_{Anova}	η^2
Alle Schülerinnen und Schüler											
Ablehnung	Pre	0,4267	100	0,3311	0,4757	96	0,3011	0,603	1	0,438	x
Ablehnung	Post	0,4200	100	0,3565	0,5035	96	0,3097				
Wahl	**Pre**	**0,2567**	**100**	**0,2524**	**0,2569**	**96**	**0,2065**	**15,005**	**1**	**0,000**	**0,072**
Wahl	**Post**	**0,3426**	**100**	**0,3112**	**0,2014**	**96**	**0,2393**				
Nicht-Nom.	**Pre**	**0,3100**	**100**	**0,3283**	**0,2674**	**96**	**0,2897**	**5,851**	**1**	**0,016**	**0,029**
Nicht-Nom.	**Post**	**0,2233**	**100**	**0,2855**	**0,2951**	**96**	**0,2947**				
Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%)											
Ablehnung	Pre	0,5801	25	0,2104	0,5400	25	0,2648	0,131	1	0,719	x
Ablehnung	Post	0,5468	25	0,3317	0,5333	25	0,3005				
Wahl	Pre	0,2599	25	0,2156	0,3067	25	0,1497	1,128	1	0,293	x
Wahl	Post	0,2633	25	0,2863	0,2400	25	0,2156				
Nicht-Nom.	Pre	0,1600	25	0,2522	0,1533	25	0,2450	0,857	1	0,359	x
Nicht-Nom.	Post	0,1599	25	0,2122	0,2267	25	0,2630				
Die übrigen Schülerinnen und Schüler (80%)											
Ablehnung	Pre	0,2756	75	0,3488	0,4531	71	0,3114	0,485	1	0,487	x
Ablehnung	Post	0,3778	75	0,3566	0,4930	71	0,3143				
Wahl	**Pre**	**0,2556**	**75**	**0,2649**	**0,2394**	**71**	**0,2214**	**14,557**	**1**	**0,000**	**0,092**
Wahl	**Post**	**0,3690**	**75**	**0,3164**	**0,1878**	**71**	**0,2471**				
Nicht-Nom.	Pre	0,3600	75	0,3367	0,3075	71	0,2950	4,953	1	0,028	x
Nicht-Nom.	Post	0,2444	75	0,3043	0,3192	71	0,3031				

Tabelle 116: Ergebnisse der Mixed-ANOVA – Kleingruppe – Fremdwahl.

Im Pre-Test unterscheiden sich die Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen auch bei den übrigen Schülerinnen und Schüler nicht signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 2441{,}500$; $p = 0{,}366$; Ablehnungen: $U = 2297{,}500$; $p = 0{,}140$; Nicht-Nominierung: $U = 2594{,}500$; $p = 0{,}181$). Die Wahlen verändern sich signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test (Interaktionseffekt: $F = 14{,}557$; $p = 0{,}000$; $\eta^2 = 0{,}092$, mittlerer Effekt nach Rasch et

al. (2014b)), während es zu keinen signifikanten Änderungen bei den Nicht-Nominierungen und Ablehnungen kommt (vgl. Tabelle 116). Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt darüber hinaus, dass sich die Ablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe nicht signifikant verändern (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe: $Z = -0{,}037$; $p = 0{,}971$; Kontrollgruppe: $Z = 0{,}991$; $p = 0{,}321$).

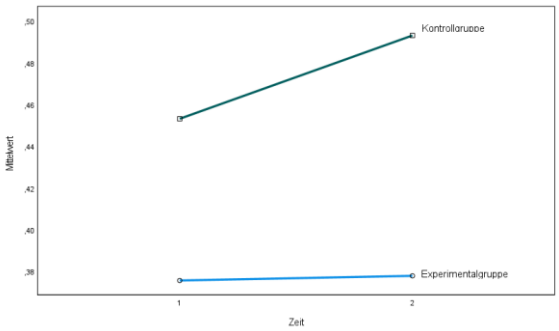


Abbildung 92: Veränderung der Fremdablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

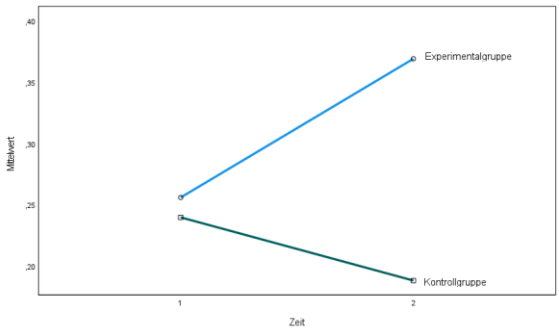


Abbildung 93: Veränderung der Fremdwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

Zu (3): Die Anzahl der Eigenwahlen, -ablehnungen und Nicht-Nominierungen (Bezugsgruppe *gesamte Lerngruppe*) unterscheidet sich im Pre-Test nicht signifikant zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 5056{,}000$; $p = 0{,}486$; Ablehnungen: $U = 5209{,}500$; $p = 0{,}734$; Nicht-Nominierung: $U = 5350{,}500$; $p = 0{,}990$). Die Anzahl an Wahlen verändert sich signifikant unterschiedlich in der Experimental- und der Kontrollgruppe vom Pre- zum Post-Test (Interaktionseffekt: $F = 6{,}661$; $p = 0{,}011$; $\eta^2 = 0{,}031$, kleiner Effekt nach Rasch et al. (2014b)), während es nicht zu signifikanten Änderungen bei den Ablehnungen und Nicht-Nominierungen kommt (vgl. Tabelle 117). Dabei zeigt eine Betrachtung der Mittelwerte, dass sich die Ablehnungen in der Experimentalgruppe nicht signifikant verringern (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}239$; $p = 0{,}811$) und in der Kontrollgruppe (Wilcoxon-Test: $Z = -1{,}485$; $p = 0{,}138$) nicht signifikant erhöhen.

Wie bei (1) und (2) werden im Folgenden die Ergebnisse getrennt voneinander für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und den übrigen Lernenden präsentiert: Im Pre-Test unterscheiden sich die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) nicht signifikant in den abgegebenen Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen voneinander (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 241{,}000$; $p = 0{,}05$; Ablehnungen: $U = 289{,}000$; $p = 0{,}270$; Nicht-Nominierung: $U = 316{,}500$; $p = 0{,}538$). Die Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen verändern sich nicht signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test (vgl. Tabelle 117). Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass sich die Wahlen und Ablehnungen in der Experimentalgruppe und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test nicht signifikant verändern (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe (Wahlen): $Z = -1{,}023$; $p = 0{,}306$; Kontrollgruppe (Wahlen): $Z = -0{,}574$; $p = 0{,}566$; Experimentalgruppe (Ablehnungen): $Z = -0{,}448$; $p = 0{,}654$; Kontrollgruppe (Ablehnungen): $Z = -0{,}363$; $p = 0{,}716$).

Skala	t	M (EG)	N (EG)	SD (EG)	M (KG)	N (KG)	SD (KG)	F	df	p_{Anova}	η^2
Alle Schülerinnen und Schüler											
Ablehnung	Pre	0,3966	104	0,2113	0,4037	103	0,2332	1,472	1	0,226	x
Ablehnung	Post	0,3936	104	0,2214	0,4352	103	0,2019				
Wahl	**Pre**	**0,2794**	**104**	**0,1505**	**0,2683**	**103**	**0,1678**	**6,661**	**1**	**0,011**	**0,031**
Wahl	**Post**	**0,3273**	**104**	**0,1876**	**0,2610**	**103**	**0,1685**				
Nicht-Nom.	Pre	0,3240	104	0,2397	0,3280	103	0,2581	0,361	1	0,549	x
Nicht-Nom.	Post	0,2791	104	0,2315	0,3038	103	0,2489				
Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%)											
Ablehnung	Pre	0,3893	26	0,2105	0,4474	27	0,2433	0,171	1	0,505	x
Ablehnung	Post	0,3522	26	0,2310	0,4562	27	0,1885				
Wahl	Pre	0,3371	78	0,1677	0,2467	76	0,1473	0,723	1	0,399	x
Wahl	Post	0,3894	78	0,2189	0,2581	76	0,1435				
Nicht-Nom.	Pre	0,2736	26	0,2687	0,3059	27	0,2584	0,004	1	0,950	x
Nicht-Nom.	Post	0,2584	26	0,2324	0,2857	27	0,2617				
Die übrigen Schülerinnen und Schüler (80%)											
Ablehnung	Pre	0,3991	78	0,2128	0,3772	76	0,2292	1,064	1	0,304	x
Ablehnung	Post	0,4074	78	0,2179	0,4277	76	0,2072				
Wahl	**Pre**	**0,2602**	**26**	**0,1402**	**0,2759**	**27**	**0,1748**	**6,518**	**1**	**0,012**	**0,041**
Wahl	**Post**	**0,3066**	**26**	**0,1725**	**0,2621**	**27**	**0,1775**				
Nicht-Nom.	Pre	0,3408	78	0,2286	0,3359	76	0,2592	0,583	1	0,446	x
Nicht-Nom.	Post	0,2860	78	0,2324	0,3102	76	0,2456				

Tabelle 117: Ergebnisse der Mixed-ANOVA – Eigenwahl – gesamte Lerngruppe.

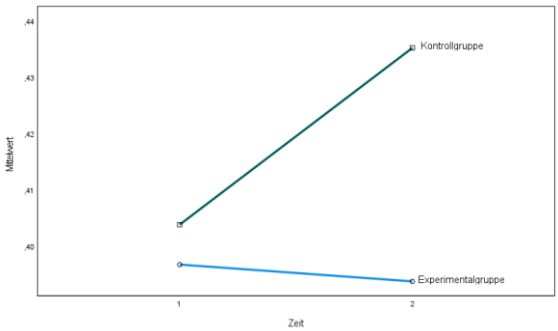


Abbildung 94: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

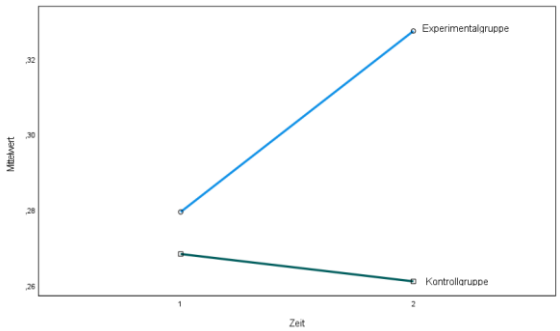


Abbildung 95: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

Im Pre-Test unterscheiden sich die Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen auch bei den übrigen Schülerinnen und Schüler nicht signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 2876{,}500$; $p = 0{,}752$; Ablehnungen: $U = 2910{,}500$; $p = 0{,}847$; Nicht-Nominierung: $U = 2894{,}500$; $p = 0{,}802$). Die Wahlen verändern sich signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test (Interaktionseffekt: $F = 6{,}518$; $p = 0{,}012$; $\eta^2 = 0{,}041$, kleiner Effekt nach Rasch et al. (2014b)), während es zu keinen signifikanten Änderungen bei den Nicht-Nominierungen und Ablehnungen kommt (vgl. Tabelle 117). Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt ferner, dass sich die Ablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe nicht signifikant

verändern (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe: $Z = -0{,}596$; $p = 0{,}551$; Kontrollgruppe: $Z = -1{,}582$; $p = 0{,}114$).

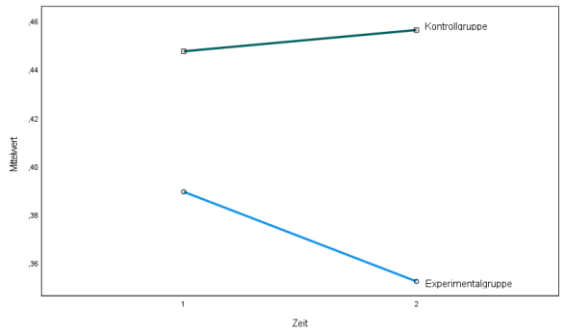


Abbildung 96: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

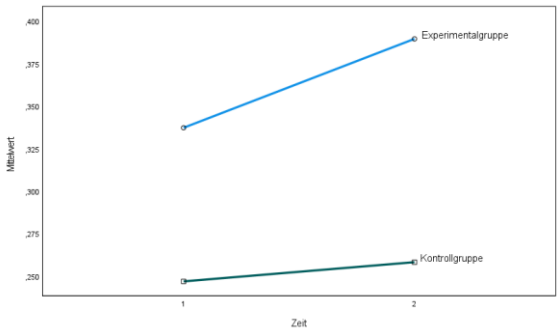


Abbildung 97: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

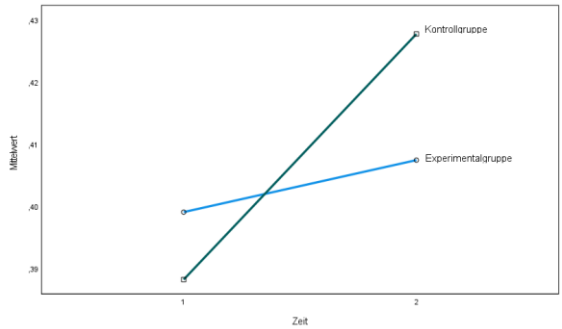


Abbildung 98: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

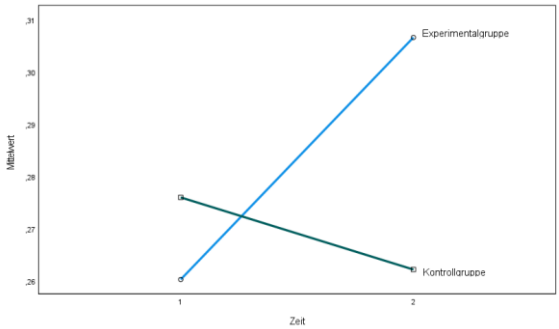


Abbildung 99: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚gesamte Lerngruppe'.

Zu (4): Die Anzahl der Eigenwahlen, -ablehnungen und Nicht-Nominierungen (Bezugsgruppe *Kleingruppe*) unterscheidet sich im Pre-Test nicht signifikant zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 4718{,}000$; $p = 0{,}825$; Ablehnungen: $U = 4342{,}500$; $p = 0{,}235$; Nicht-Nominierung: $U = 4664{,}000$; $p = 0{,}675$). Die Anzahl an Wahlen und Nicht-Nominierungen verändert sich signifikant unterschiedlich in der Experimental- und der Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test (Interaktionseffekt Wahlen: $F = 12{,}714$; $p = 0{,}000$; $\eta^2 = 0{,}062$, mittlerer Effekt nach Rasch et al. (2014b); Interaktionseffekt Nicht-Nominierungen: $F = 4{,}045$; $p = 0{,}046$; $\eta^2 = 0{,}020$, kleiner Effekt nach Rasch et al. (2014b)), während es nicht zu signifikant unterschiedlichen Änderungen bei den Ablehnungen kommt (siehe auch Tabelle 118). Auch eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass sich die Ablehnungen in der Experimentalgruppe und Kontrollgruppe nicht signifikant verändern (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe: $Z = -0{,}302$; $p = 0{,}763$; Kontrollgruppe: $Z = -0{,}743$; $p = 0{,}458$).

Wie in den vorherigen Bereichen werden im Folgenden ebenfalls die Ergebnisse getrennt voneinander für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) und den übrigen Lernenden präsentiert. Im Pre-Test unterscheiden sich die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%) nicht signifikant in den abgegebenen Wahlen,

Nicht-Nominierungen und Ablehnungen voneinander (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 307{,}000$; $p = 0{,}910$; Ablehnungen: $U = 289{,}500$; $p = 0{,}645$; Nicht-Nominierung: $U = 294{,}000$; $p = 0{,}696$).

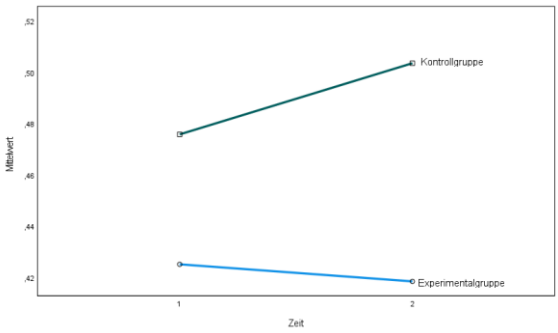


Abbildung 100: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

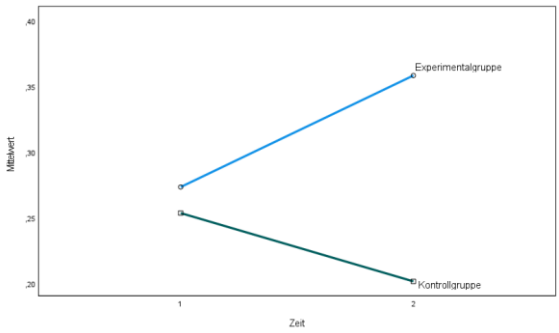


Abbildung 101: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

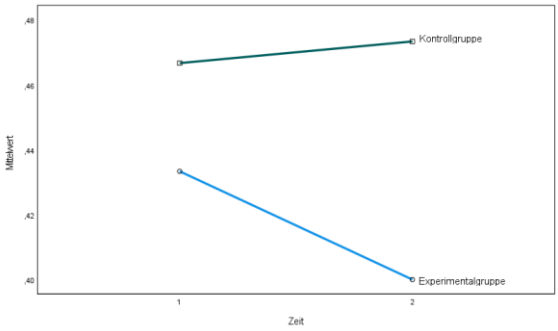


Abbildung 102: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

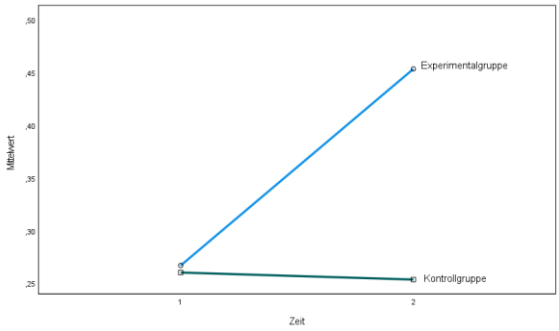


Abbildung 103: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten extern. Verhalten in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

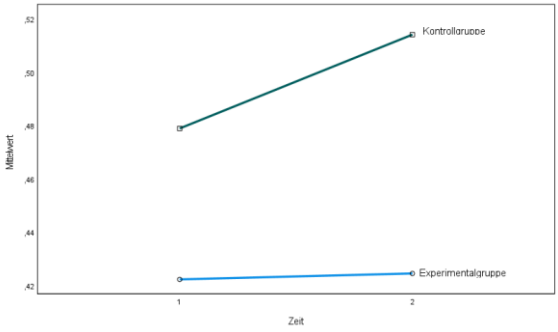


Abbildung 104: Veränderung der Eigenablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

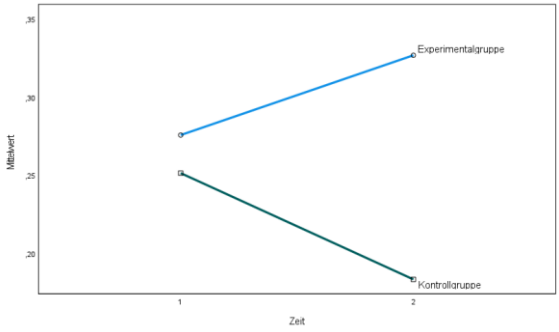


Abbildung 105: Veränderung der Eigenwahlen in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Lernenden in der Bezugsgruppe ‚Kleingruppe'.

Die Eigenwahlen verändern sich signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe vom Pre- zum Post-Test Interaktionseffekt: $F = 6{,}518$; $p = 0{,}012$; $\eta^2 = 0{,}110$; mittlerer Effekt nach Rasch et al. (2014b)). Die eigenen Ablehnungen und Nicht-Nominierungen verändern sich nicht signifikant unterschiedlich. Eine ergänzende Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass sich die Ablehnungen in der Experimentalgruppe

und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test nicht signifikant verändern (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe: $Z = -0{,}421$; $p = 0{,}674$; Kontrollgruppe: $Z = -0{,}213$; $p = 0{,}831$)

Skala	t	M (EG)	N (EG)	SD (EG)	M (KG)	N (KG)	SD (KG)	F	df	p_{Anova}	η^2
Alle Schülerinnen und Schüler											
Ablehnung	Pre	0,4250	100	0,3243	0,4757	96	0,3244	0,591	1	0,443	x
Ablehnung	Post	0,4183	100	0,3252	0,5035	96	0,3125				
Wahl	**Pre**	**0,2733**	**100**	**0,2808**	**0,2535**	**96**	**0,2357**	**12,714**	**1**	**0,000**	**0,062**
Wahl	**Post**	**0,3583**	**100**	**0,3353**	**0,2014**	**96**	**0,2280**				
Nicht-Nom.	**Pre**	**0,3017**	**100**	**0,3414**	**0,2708**	**96**	**0,3052**	**4,045**	**1**	**0,046**	**0,020**
Nicht-Nom.	**Post**	**0,2233**	**100**	**0,2865**	**0,2951**	**96**	**0,3213**				
Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%)											
Ablehnung	Pre	0,4333	25	0,3788	0,4667	25	0,2846	0,191	1	0,664	x
Ablehnung	Post	0,4000	25	0,3696	0,4733	25	0,2538				
Wahl	**Pre**	**0,2667**	**25**	**0,3005**	**0,2600**	**25**	**0,2410**	**5,954**	**1**	**0,018**	**0,110**
Wahl	**Post**	**0,4533**	**25**	**0,3681**	**0,2533**	**25**	**0,2313**				
Nicht-Nom.	Pre	0,3000	25	0,4249	0,2733	25	0,2922	1,608	1	0,211	x
Nicht-Nom.	Post	0,1467	25	0,2373	0,2733	25	0,3223				
Die übrigen Schülerinnen und Schüler (80%)											
Ablehnung	Pre	0,4222	75	0,3067	0,4789	71	0,3392	0,408	1	0,524	x
Ablehnung	Post	0,4244	75	0,3116	0,5141	71	0,3303				
Wahl	**Pre**	**0,2756**	**75**	**0,2760**	**0,2512**	**71**	**0,2355**	**7,564**	**1**	**0,007**	**0,050**
Wahl	**Post**	**0,3267**	**75**	**0,3201**	**0,1831**	**71**	**0,2257**				
Nicht-Nom.	Pre	0,3022	75	0,3120	0,2700	71	0,3116	2,475	1	0,118	x
Nicht-Nom.	Post	0,2489	75	0,2981	0,3028	71	0,3228				

Tabelle 118: Ergebnisse der Mixed-ANOVA – Kleingruppe eigene Wahl.

Im Pre-Test unterscheiden sich die Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen auch bei den übrigen Schülerinnen und Schüler nicht signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: Wahlen: $U = 2578{,}000$; $p = 0{,}723$; Ablehnungen: $U = 2382{,}500$; $p = 0{,}258$; Nicht-Nominierung: $U = 2499{,}000$; $p = 0{,}496$). Die Wahlen verändern sich signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe von Pre- zu Post-Test (Interaktionseffekt: $F = 7{,}564$; $p = 0{,}007$; $\eta^2 = 0{,}050$, kleiner Effekt nach Rasch et al. (2014b)), während es zu keinen signifikanten Änderungen bei den Nicht-Nominierungen und Ablehnungen kommt (vgl. Tabelle 118). Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt ferner, dass sich die Ablehnungen in der Experimental- und Kontrollgruppe nicht signifikant verändern (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe: $Z = -0{,}117$; $p = 0{,}907$; Kontrollgruppe: $Z = -0{,}711$; $p = 0{,}477$).

9.5.4.6 Ergebnisse aus dem FEESS 5-6

Die Experimental- und Kontrollgruppe unterscheiden sich im Pre-Test unter einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ bezogen auf die Skala Soziale Integration im FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) nicht signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: $U = 3785{,}500$; $p = 0{,}055$). Bezogen auf die Skala Klassenklima im FEESS 5-6 (ebd.)

unterscheiden sich die Experimental- und Kontrollgruppe dagegen signifikant, sodass ein Vergleich der beiden Gruppen über eine ANOVA mit Rangdaten nicht möglich ist (Mann-Whitney-U-Test: $U = 3812{,}000$; $p = 0{,}005$). Entsprechend wird eine ANCOVA auf die Rangdaten angewandt. Die Ergebnisse dieser Tests sind Tabelle 119 übersichtlich dargestellt. Ferner findet man in Tabelle 119 auch die Mittelwerte und Standardabweichungen für den Pre- und Post-Test (Summenscore – nicht in Ränge umgerechnet) für die Experimental- und Kontrollgruppe für die Skalen.

Skala	t	M (EG)	N (EG)	SD (EG)	M (KG)	N (KG)	SD (KG)	F	df	p	η^2
Alle Schülerinnen und Schüler											
SI	Pre	24,464	97	4,8970	23,344	93	4,8443	1,438	1	0,232	x
SI	Post	24,299	97	4,551	23,376	93	5,3627				
KK	Pre	22,170	100	4,6277	19,899	99	6,3038	0,081	1	0,776	x
KK	Post	21,380	100	5,3140	19,879	99	6,3508				
Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen (20%)											
SI	Pre	25,667	21	3,1198	22,000	24	5,1752	0,737	1	0,396	x
SI	Post	26,238	21	2,3644	22,875	24	5,294				
KK	Pre	24,040	25	4,0567	18,667	27	5,778	0,089	1	0,767	x
KK	Post	23,200	25	4,573	19,444	27	5,792				
Die übrigen Schülerinnen und Schüler (80%)											
SI	Pre	24,132	76	5,2519	23,811	69	4,6724	1,365	1	0,245	x
SI	Post	23,763	76	4,8659	23,551	69	5,4139				
KK	Pre	21,547	75	4,662	20,361	72	5,433	0,797	1	0,373	x
KK	Post	20,773	75	5,432	20,042	72	5,994				

Tabelle 119: Ergebnisse von ANOVA bzw. ANCOVA (grau) zum FEESS 5-6.

Der Vergleich zwischen Experimentalgruppe und Kontrollgruppe zeigt, dass sich die Skala Soziale Integration (SI) in der Experimental- und Kontrollgruppe nicht signifikant unterschiedlich verändert (vgl. Tabelle 119) und, dass sich die die Post-Werte der Skala Klassenklima (KK) bei Kontrolle der Pre-Werte nicht signifikant unterscheiden. Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt sogar, dass sich die empfundene soziale Integration in der Experimentalgruppe leicht verschlechtert, während sich die soziale Integration in der Kontrollgruppe leicht verbessert. Beide Effekte sind jedoch nicht signifikant (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe: $Z = -0{,}996$; $p = 0{,}319$; Kontrollgruppe: $Z = -0{,}578$; $p = 0{,}563$).

Die Verschlechterung des Klassenklimas in der Experimentalgruppe ist dagegen signifikant (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}002$; $p = 0{,}045$), während die Veränderung in der Kontrollgruppe nicht signifikant ist (Wilcoxon-Test: $Z = -0{,}090$; $p = 0{,}928$).

Auch beim FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) erscheint es sinnvoll die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und die übrigen Lernenden getrennt voneinander zu betrachten. Bezogen auf die Skala Soziale Integration unterscheiden sich die Lernenden mit den stärksten externalisierenden Verhaltensweisen signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: $U = 143{,}000$; $p = 0{,}012$), während dies bei den übrigen Lernenden nicht der Fall ist (Mann-Whitney-U-Test: $U = 2417{,}500$; $p = 0{,}417$). Entsprechend wird bei den Schülerinnen und Schülern mit

den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen eine ANCOVA auf die Rangdaten angewandt (Tabelle 119).

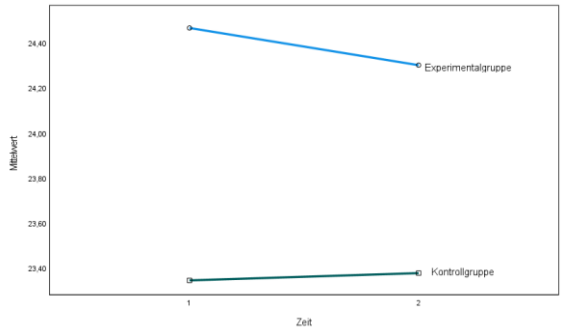


Abbildung 106: Mittelwertveränderungen für die Skala SI in der Experimental- und Kontrollgruppe für alle Lernenden.

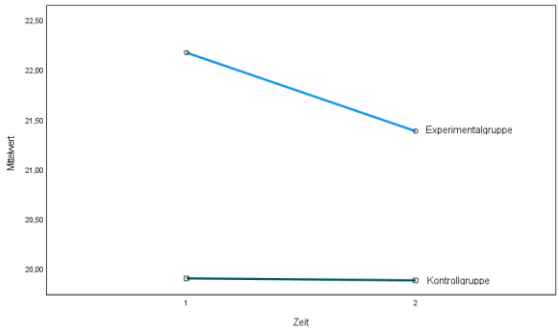


Abbildung 107: Mittelwertveränderungen für die Skala KK in der Experimental- und Kontrollgruppe für alle Lernenden

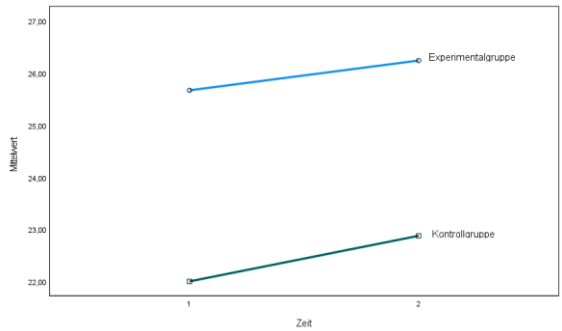


Abbildung 108: Mittelwertveränderungen für die Skala SI in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit den ausgeprägtesten extern. Verhaltensweisen.

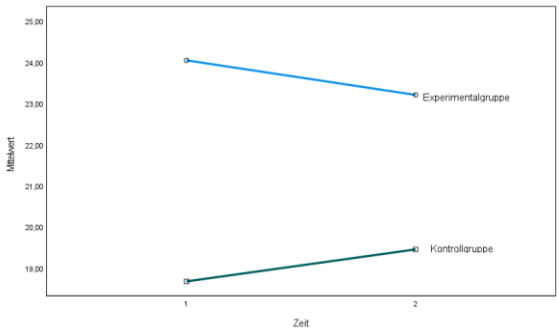


Abbildung 109: Mittelwertveränderungen für die Skala KK in der Experimental- und Kontrollgruppe für die Lernenden mit den ausgeprägtesten extern. Verhaltensweisen.

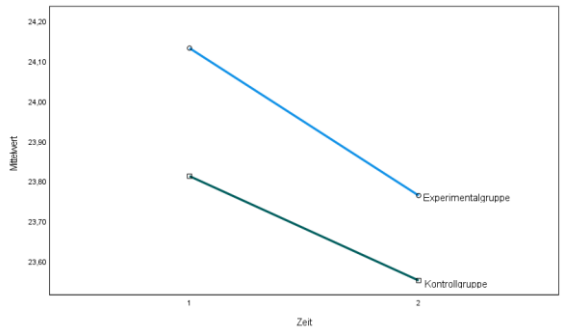


Abbildung 110: Mittelwertveränderungen für die Skala SI in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Schülerinnen und Schüler.

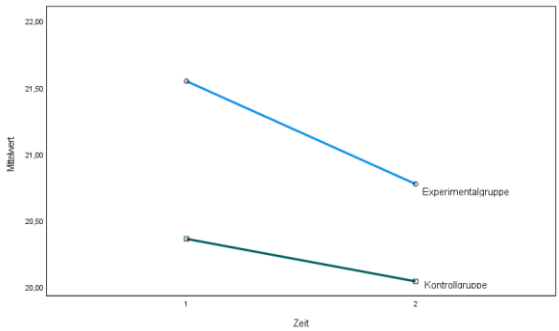


Abbildung 111: Mittelwertveränderungen für die Skala KK in der Experimental- und Kontrollgruppe für die übrigen Schülerinnen und Schüler.

Ähnliche Ergebnisse zeigt auch die Betrachtung der Skala Klassenklima (Mann-Whitney-U-Test: Lernende mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen: $U = 156{,}500$; $p = 0{,}001$; übrige Lernende: $U = 2377{,}500$; $p = 0{,}211$). Entsprechend kann die ANOVA für die übrigen Schülerinnen und Schüler durchgeführt werden, während für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen eine ANCOVA durchgeführt wird. Die Ergebnisse findet man in Tabelle 119.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Skala Soziale Integration (SI) und Klassenklima (KK) nicht signifikant unterschiedlich bei den übrigen Schülerinnen und Schülern zwischen Experimental- und Kontrollgruppe verändern bzw. bei Kontrolle des Pre-Werts keine signfikant unterschiedlichen Post-Werte vorliegen. Auch die jeweiligen Veränderungen von Pre- und Post-Test in Experimentalgruppe und Kontrollgruppe sind statistisch nicht signifikant – dies gilt sowohl für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen, als auch für die übrigen Lernenden (Wilcoxon-Test: SI externalisierende Lernende, EG: $Z = -0{,}681$; $p = 0{,}496$; KG: $Z = -0{,}648$; $p = 0{,}517$; SI übrige Lernende, EG: $Z = -1{,}341$; $p = 0{,}180$; KG: $Z = -0{,}736$; $p = 0{,}462$; KK externalisierende Lernende, EG: $Z = -1{,}121$; $p = 0{,}262$; KG: $Z = -1{,}119$; $p = 0{,}263$; KK übrige Lernende, EG: $Z = -1{,}704$; $p = 0{,}088$; KG: $Z = -0{,}542$; $p = 0{,}587$).

9.5.4.7 Ergebnisse der Lehrereinschätzliste

Zu Beginn unterscheiden sich die Experimental- und Kontrollgruppe bezogen auf die Skalen Ausdauer und Selbstständigkeit signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: Ausdauer: $U = 166{,}500$; $p = 0{,}000$; Selbstständigkeit: $U = 245{,}500$; $p = 0{,}026$), während die beiden Gruppen sich bezüglich der Skala Konzentration nicht signifikant unterscheiden. Entsprechend kann ein Vergleich zwischen den beiden Gruppen mit einer ANOVA (nach Transformation der Daten in Ränge) nur für die Skala Konzentration (KO) vorgenommen werden. Für die übrigen Skalen wurde eine ANCOVA (nach Transformation der Daten in Ränge) genutzt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 120 gezeigt.

Skala	t	M (EG)	N (EG)	SD (EG)	M (KG)	N (KG)	SD (KG)	F	df	p	η^2
A+A	Pre	44,962	26	5,6603	37,310	29	8,8160	0,756	1,000	0,388	x
A+A	Post	46,846	26	6,1948	39,862	29	10,0596				
KO	Pre	43,615	26	6,0734	41,448	29	10,0803	0,459	1	0,501	x
KO	Post	44,731	26	5,7450	42,621	29	9,1316				
S	Pre	45,654	26	8,0247	40,517	29	9,2181	1,553	1,000	0,218	x
S	Post	47,423	26	6,0012	41,172	29	9,3506				

Tabelle 120: Ergebnisse der ANOVA bzw. ANCOVA (grau) für die Skalen A+A, KO und S.

Die Mittelwerte in der Skala Konzentration (KO) verändern sich nicht signifikant unterschiedlich für die Experimental- und Kontrollgruppe (vgl. Tabelle 120). Auch die Auswertung der Daten für die Skalen Ausdauer und Anstrengungsbereitschaft (A+A) und Selbstständigkeit (S) zeigt bei Kontrolle des Pre-Werts keinen signifikant unterschiedlichen Post-Wert.

Darüber zeigt sich insbesondere auch, dass es in der Experimental- und Kontrollgruppe nicht zu einem signifikanten Anstieg der T-Mittelwerte für die Skala Selbstständigkeit kommt (Wilcoxon-Test: Experimentalgruppe: $Z = -0{,}934$; $p = 0{,}350$; Kontrollgruppe: $Z = -0{,}533$; $p = 0{,}594$).

Die Experimental- und Kontrollgruppe unterscheiden sich im Pre-Test signifikant voneinander, sodass eine vergleichende Analyse über eine ANOVA (mit den Rangdaten) nicht möglich ist (Mann-Whitney-U-Test: KP: $U = 254{,}500$; $p = 0{,}038$; E+H: KP: $U = 195{,}000$; $p = 0{,}002$; SK: $U = 247{,}000$; $p = 0{,}04$). Daher wurde eine ANCOVA (auf die

Rangdaten) angewendet. Bei allen drei Skalen liegen, bei Kontrolle des Pre-Werts keine signifikant unterschiedlichen Post-Werte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe vor.

Skala	t	M (EG)	N (EG)	SD (EG)	M (KG)	N (KG)	SD (KG)	F	df	p	η^2
KP	Pre	46,269	26	5,8279	41,690	29	7,8971	0,309	1,000	0,581	x
KP	Post	46,423	26	6,9981	43,586	29	8,3303				
E+H	Pre	49,231	26	6,0087	42,179	28	8,6284	0,089	1,000	0,767	x
E+H	Post	49,500	26	5,7009	45,643	28	8,1159				
SK	Pre	45,692	26	7,6198	41,760	25	6,4954	0,021	1,000	0,886	x
SK	Post	45,769	26	6,1012	41,200	25	9,3005				

Tabelle 121: Ergebnisse der ANCOVA im Pre- und Post-Test für die Lernenden der Experimental- und Kontrollgruppe für die Skalen KP, E+H und SK.

Die Mittelwertsveränderungen (vgl. Tabelle 121) in der Experimentalgruppe vom Pre- zum Post-Test sind ferner nicht signifikant (Wilcoxon-Test: KO: $Z = -0{,}146$; $p = 0{,}884$; E+H: $Z = -0{,}244$; p=0,808; SK: Z=0,000; $p = 1{,}000$), während sich in der Kontrollgruppe die Skala Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft signifikant erhöht (Wilcoxon-Test: $Z = -2{,}189$; $p = 0{,}029$). Die Skalen Kooperation und Sozialkontakt verändern sich in der Kontrollgruppe nicht signifikant (Wilcoxon-Test: KO: $Z = -1{,}307$; $p = 0{,}191$; SK: $Z = -0{,}418$; $p = 0{,}676$).

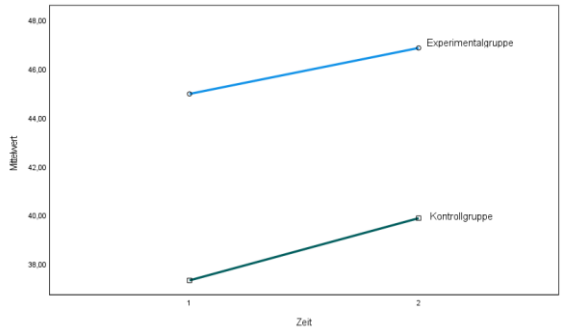


Abbildung 112: Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer im Pre-Post-Vergleich für die Experimental und Kontrollgruppe.

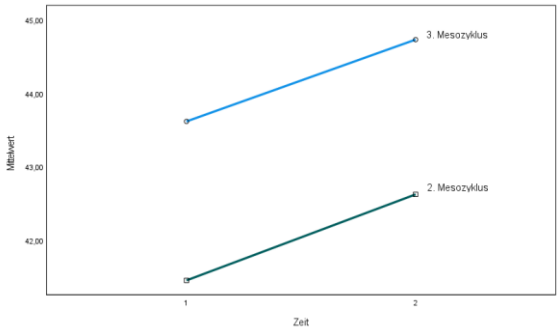


Abbildung 113: Konzentration im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe.

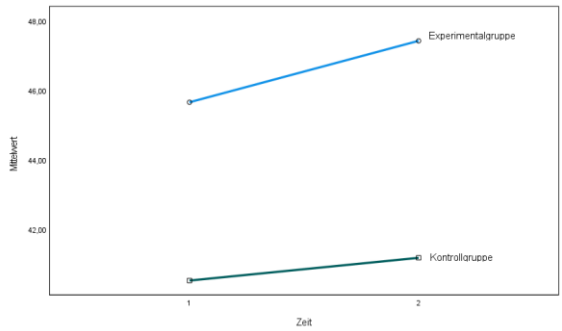


Abbildung 114: Selbstständigkeit im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe.

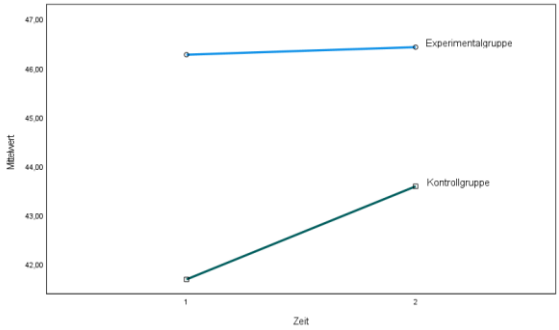


Abbildung 115: Kooperation im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe.

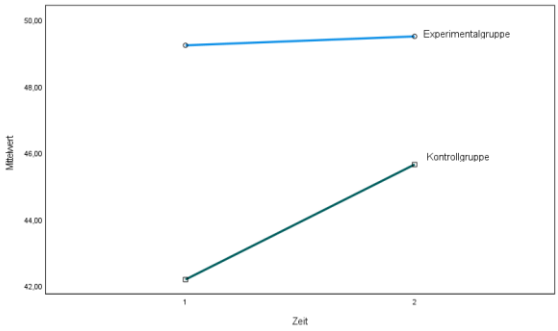


Abbildung 116: Einfühlungsvermögen- und Hilfsbereitschaft im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe.

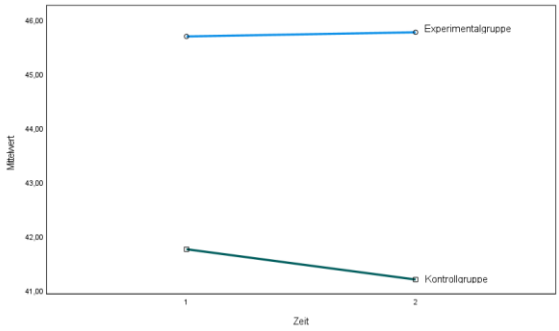


Abbildung 117: Sozialkontakt im Pre-Post-Vergleich für die Experimental- und Kontrollgruppe.

9.5.4.8 Videodaten und soziale Integration

Nach Koster et al. (2009; 2009b) sind auch Kontakte und Interaktionen eine Facette sozialer Integration in der Schule. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Schülerinnen und Schüler mit externalisierenden Gefühls- und Verhaltensstörungen eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss haben, spielen in diesem Zusammenhang auch Aussagen der Mitschülerinnen und Mitschüler eine Rolle, inwiefern sie nicht miteinander arbeiten wollen. Dies entspricht dem Kriterium der Freiwilligkeit nach Huber (2019). Daher wurden die Videoaufnahmen auch daraufhin analysiert, inwiefern die Lernenden verbal oder nonverbal zeigen, dass sie nicht miteinander experimentieren wollen. Die Videos von vier Kleingruppen während der experimentellen Phasen wurden von Studierenden der Universität zu Köln im Rahmen ihrer Abschlussarbeiten (Barth & Hörnchen, 2019; Mayer & Zimmermann, 2019) unter anderem in Hinblick auf diese Fragestellung anhand eines Codierleitfadens ausgewertet. Die Intercoder-Reliabilitäten bei 20% des doppelt codierten Materials für die einzelnen Gruppen und Oberkategorien sind in Tabelle 122 eingetragen. Man beachte, dass für die Berechnung der Intercoder-Reliabilität mit dem Programm SPSS bei Kategorie 6, die Zeitbereiche beinhaltet, eine Codeüberlappung an Segmenten von mindestens 90% als Grundlage gelegt wurde. Für Kategorie 6 wurde die Häufigkeit der Codes verglichen.

Gruppe:	Übereinstimmung OK 6:	Übereinstimmung OK 8:
1	0,97	1
2	1*	1*
4	1	1*
5	1*	1*

Tabelle 122: Übersicht über die Intercoder-Reliabilitäten für die einzelnen Oberkategorien und Gruppen (keine Codierungen in den doppelt codierten Videos in beiden Fällen).*

In Tabelle 123 ist die Anzahl der Codierungen dargestellt, wobei es sich bei Unterkategorien von Oberkategorie 6 um Zeitbereiche und bei den Unterkategorien von Oberkategorie 8 um Momente, also Häufigkeitscodierungen, handelt. Die Kleingruppen in dieser Lerngruppe wurden so eingeteilt, dass jeweils ein Kind mit Kind, welches mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelt wurde, zusammenarbeiten wollten. Zwei Kinder

wollten nicht mit diesem Kind zusammenarbeiten. Für die vier[184] Kleingruppen wurde in Tabelle 124 die Ergebnisse der Soziometrie auf Kleingruppenebene dargestellt.

	Gesamtzeit	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	8.1	8.2	8.3	8.4
Gruppe 1	02:31:49	18,1s	0,0s	52,0s	4,4s	0,0s	0,0s	0,0s	19	0	0	0
Gruppe 2	01:14:21[185]	0,0s	0,0s	0,0s	0,0s	0,0s	0,0s	0,0s	0	0	0	0
Gruppe 4	03:17:05	0,0s	0,0s	23,3s	0,0s	0,0s	0,0s	0,0s	0	0	0	0
Gruppe 5	02:17:54	0,0s	0,0s	51,7s	0,0s	1,8s	0,0s	0,0s	0	0	0	0

Tabelle 123: Anzahl der Codierungen der Oberkategorien 6 und 8.

	2601	2606	2612	2620
2601		+	+	-
2606	+		+	x
2612	-	-		-
2620	-	x	x	

Soziomatrix, Gruppe 1, Zeitpunkt t_2

	2601	2606	2612	2620
2601		+	+	n.a.
2606	x		x	n.a.
2612	-	x		n.a.
2620	n.a.	n.a.	n.a.	

Soziomatrix, Gruppe 1, Zeitpunkt t_3

	2609	2617	2614	2607
2609		-	x	-
2617	+		x	-
2614	-	x		+
2607	-	-	+	

Soziomatrix, Gruppe 2, Zeitpunkt t_2

	2609	2617	2614	2607
2609		-	x	-
2617	x		x	-
2614	-	x		+
2607	-	+	+	

Soziomatrix, Gruppe 2, Zeitpunkt t_3

	2603	2615	2619	2618
2603		+	n.a.	x
2615	+		n.a.	x
2619	n.a.	n.a.		n.a.
2618	x	x	n.a.	

Soziomatrix, Gruppe 4, Zeitpunkt t_2

	2603	2615	2619	2618
2603		+	x	n.a.
2615	+		x	n.a.
2619	x	x		n.a.
2618	n.a.	n.a.	n.a.	

Soziomatrix, Gruppe 4, Zeitpunkt t_3

	2621	2608	2613	2616
2621		x	-	x
2608	+		+	-
2613	-	x		x
2616	-	x	+	

Soziomatrix, Gruppe 5, Zeitpunkt t_2

	2621	2608	2613	2616
2621		x	-	-
2608	+		+	-
2613	-	x		x
2616	-	-	-	

Soziomatrix, Gruppe 5, Zeitpunkt t_3

Tabelle 124: Soziomatrizen für die einzelnen Kleingruppen.

In den Soziomatrizen stehen die fett gedruckten Zahlen immer für die Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen. Aus der Soziometrie heraus ergibt sich, dass immer (mindestens) zwei Schülerinnen und Schüler nicht mit dem Kind, welches mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelt wurde, zusammenarbeiten

[184] Eine Kleingruppe wurde bedingt durch Schulwechsel auf zwei Lernende dezimiert (vgl. Luther, 2019). Sie wird an dieser Stelle nicht näher betrachtet.
[185] Aufgrund technischer Schwierigkeiten konnte in Gruppe 2 in der ersten Doppelstunde nicht gefilmt werden.

wollte. Dabei ist zu beachten, dass die Gruppen zum Zeitpunkt t_1, d.h. beim Start der Experimentalgruppe, gebildet wurden. Zum Zeitpunkt t_2 erfüllt die oben beschriebene Einteilung nicht notwendigerweise den Kriterien aus Abschnitt 9.3.2.2. Dies ist insbesondere bei Gruppe 4 der Fall.

Gruppe:	1	2	4	5
Länge des räumlichen Kontakts im Mittel in Prozent der Gesamtzeit (OK 6)	99,07%	100%	99,80%	99,35%

Tabelle 125: Prozentualer Mittelwert des räumlichen Kontakts während der experimentellen Phasen.

Insgesamt standen die Schülerinnen und Schüler zu fast 100% der Experimentierzeit im räumlichen Kontakt zueinander, d.h. sie befanden sich am gleichen Gruppentisch (für die einzelnen Kleingruppen, vgl. Tabelle 125). Dies zeigt bereits, dass sich Schülerinnen und Schüler nicht für längere Zeit von der Kleingruppe entfernt haben, z.B., weil sie nicht mit einzelnen Kindern zusammenarbeiten wollten.

Während der Experimente kam es darüber hinaus bei den Gruppen 2, 4 und 5 zu keinem Zeitpunkt zu explizit formulierten, (non-)verbalen Äußerungen, dass die Lernenden nicht mit den anderen Mitgliedern der Kleingruppe zusammenarbeiten wollen. Insbesondere gibt es somit in diesen Kleingruppen keine (non-)verbalen Äußerungen dazu, dass die Lernenden nicht mit dem Kind, welches mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelt wurde, zusammenarbeiten möchten, obwohl dies zu Beginn der Implementation der Fall war (vgl. Tabelle 124).[186]

In Gruppe 1 konnten dagegen in allen Experimenten bis einschließlich dem Experiment *Erde/Mond 7* nonverbale Äußerungen codiert werden, die darauf hindeuten, dass ein Kind nicht mit dem Kind, welches mit der ITRF (Casale et al., 2019) identifiziert wurde, zusammenarbeiten möchte (19 Codierungen). Dies äußert sich darin, dass eine Schülerin sich demonstrativ weit von dem mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Kind entfernt hinsetzt bzw. von ihm wegrückt (MESO2_SV_UK 8.1). Bedingt durch den Streit mit einem anderen Kind, rückt die Lehrkraft den Stuhl dieses Kindes weiter in Richtung des mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Kindes (Experiment Erde/Mond 1, [00:03:25-00:03:44]). Beim nächsten Experiment wurde jedoch der Abstand zwischen dem mit der ITRF (ebd.) ermittelten Kind und dem anderen Kind wieder hergestellt. Für die übrigen Experimente nach *Erde/Mond 7* konnten derartige nonverbale Äußerungen nicht codiert werden. Es gibt keine Codierungen, die darauf hindeuten, dass das mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelte Kind nicht mit allen übrigen Lernenden oder einzelnen Schülerinnen und Schülern der Kleingruppe zusammenarbeiten möchte. Auch gibt es keine Anzeichen, dass einzelne (nicht mit der ITRF (ebd.) ermittelte) Schülerinnen und Schüler mit anderen Lernenden, die nicht mit der ITRF (ebd.) ermittelt wurden, zusammenarbeiten wollen.

9.5.4.9 Videodaten und Selbstständigkeit

Zur Analyse der Selbstständigkeit wurden die Videodaten anhand eines Codierleitfadens mit dem Programm MAXQDA ausgewertet. Aufgrund eines fehlenden zweiten Codierers wurde vom Autor dieser Arbeit 20% des Materials zu einem zweiten Zeitpunkt erneut

[186] Dennoch zeigt sich in der Soziometrie für die einzelnen Kleingruppen keine Verbesserung während der Implementation. Es zeigt sich vielmehr eine leichte Verschlechterung (vgl. rote Felder in Tabelle 124).

analysiert. Die Intracoder-Reliabiliät beträgt 0,95[187]. Bei drei Gruppen wurden alle 12 Experimente gefilmt, während aufgrund technischer Schwierigkeiten bei einer Gruppe lediglich 11 Experimente videographiert wurden. In der Regel werden auftretende Fragen während der experimentellen Kleingruppenarbeit innerhalb der Kleingruppe geklärt. Ferner wurde während der insgesamt 47 Videoaufzeichnungen der Experimente von den Kleingruppen insgesamt 18 Mal das digitale Hilfesystem auf dem Tablet verwendet, um die auftretenden Probleme zu klären und das Experiment weiter durchführen zu können. Folglich wurde im Mittel bei ca. jedem 2,6ten Experiment von den Schülerinnen und Schülern das digitale Hilfesystem als Unterstützung gewählt. Dabei kommt das Hilfesystem insgesamt in allen experimentellen Phasen des Forschungsprozesses (Ankerbeispiele: Vermutung: Gruppe 5; Experiment Merkur/Venus 1; [00:02:19 – 00:04:23]; Materialien: Gruppe 5; Experiment Erde/Mond 7; [00:00:38 – 00:03:55]; Durchführung: Gruppe 4; Experiment Erde/Mond 1 [00:13:04 – 00:14:38]; Beobachtung: Gruppe 1; Experiment Erde/Mond 1; [00:10:37 – 00:11:32]; Beantwortung der Forschungsfrage: Gruppe 1; Experiment Erde/Mond 3; [00:09:41 – 00:12:03] bzw. zum Vergleich der Lösungen: Gruppe 1; Experiment Sonne 2; [00:13:11 – 00:14:09]) zum Einsatz. Insbesondere bei den experimentellen Phasen ist eine genaue Zuordnung jedoch schwierig, weil diese Phasen nicht notwendigerweise linear ablaufen bzw. eindeutig kommuniziert werden und einzelne Phasen Überschneidungen (z.B. Materialien und Durchführung) aufweisen. Ferner ist nicht immer eindeutig, welcher QR-Code gescannt wird. In einigen Gruppen kam es dazu, dass ein Kind – vor Besprechung bzw. gegenseitigen Hilfe in der Kleingruppe – das digitale Hilfesystem nutzen wollte. Das Kind wurde jedoch jeweils höflich darauf hingewiesen, dass das Scannen erst dann erlaubt ist, wenn die Kleingruppe nicht weiterkommt:[188]

> „*Nina nimmt das iPad in die Hand.*
> Miriam: Was machst du, Nina?
> Nina: Eh, darf ich mal kurz scannen?
> Miriam: Wir machen das erstmal so. Du sollst erstmal in der Tischgruppe fragen.
> Nina: Ja, stimmt.
> Miriam: Also du kannst es machen, wenn du willst, aber wir wissen ja wie es geht!“
> *Nina legt das iPad wieder weg*“ (Gruppe 4, Experiment Erde/Mond 6, [0:01:08 – 0:01:23]).

Ferner werden in insgesamt 7 Fällen inhaltliche Fragen an die Lehrkraft gestellt.[189,190] Entsprechend wurde in jedem 6,7-ten Experiment eine Frage an die Lehrkraft gerichtet. Die Fragen der Lernenden beziehen sich auf ...

---

[187] Man beachte: Es gibt zwei unterschiedliche Codierungen in der Erst- und Zweitcodierung. In einem Video wurde in der Zweitcodierung eine Situation mit Tablet-Nutzung nicht beachtet, da nicht eindeutig erkennbar ist, ob die Lernenden das Tablet sinnvoll nutzen. Die Situation wird in der weiteren Auswertung nicht näher betrachtet. Ferner wurde in der Zweitcodierung fälschlicherweise eine Situation codiert, in der die Lehrkraft den Lernenden mitteilt, noch einmal an einer vorherigen Aufgabe zu arbeiten. Die zugehörige Tablet-Nutzung ist folglich unabhängig vom Experiment.

[188] Die Namen im folgenden Zitat wurden zur Wahrung der Anonymität verändert.

[189] Organisatorische Fragen, die unabhängig von der Lernumgebung sind, wurden nicht berücksichtigt.

[190] Für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen wurde jeweils ein Verlauf in der Skala der Selbstständigkeit in LSL (Petermann & Petermann, 2013) ermittelt. In der folgenden Tabelle ist der zeitliche Verlauf vom Zeitpunkt t_1 (ca. 2 Monate vor der Implementation), t_2 (1 Woche vor der Implementation) und t_3 (1 Woche nach der Implementation) dargestellt.

(a) ... die sprachliche Erklärung des Fachwortes *Lichtstrahlen* (Gruppe 1, Experiment Sonne 1).
(b) ... den Wunsch zum Vergleich der Lösung mit dem Lehrer-Lösungs-QR-Code (Gruppe 1, Experiment Sonne 2).
(c) ... die Tatsache, dass die Gruppe die selbst gestellte Problemstellung „Warum ist es eine andere Oberfläche?“ bei Experiment Saturn 1 nicht experimentell beantworten kann. Die Lehrkraft führt an, dass die Problemstellung nicht adäquat formuliert ist und bespricht mit den Lernenden mögliche Umformulierungen der Problemstellung. Die Vermutung wird gemeinsam besprochen (Gruppe 4, Experiment Saturn 1).
(d) ... den Wunsch zur Klärung der Vorgehensweise beim Experiment. Ein Kind fragt hierbei: „Wir sollen doch zuerst eine Vermutung aufschreiben und am Ende mit dem Experiment, ne?“ (Gruppe 5, Experiment Sonne 1).
(e) ... den Wunsch nach Kreidestaub, um das geplante Experiment durchzuführen (Gruppe 5, Experiment Sonne 1).
(f) ... den Wunsch das Experiment an einem dunkleren Ort, z.B. unter dem Tisch, durchzuführen (Gruppe 5, Experiment Erde/Mond 4).
(g) ... das grundsätzliche Verständnis der Mondfinsternis: „Wir wissen nicht was eine Mondfinsternis ist?“ (Gruppe 5, Experiment Erde/Mond 7). Mögliche Vermutungen wurden bereits vorab von den Lernenden experimentell getestet. Auch das digitale Hilfesystem wurde bereits genutzt.

Die Schülerfragen (b), (d), (e) und (f) beziehen sich jeweils auf organisatorische Aspekte des Experiments bzw. der Durchführung. Ferner beziehen sich Frage (a) bzw. (g) auf sprachliche bzw. fachliche Schwierigkeiten. Schülerfrage (c) wiederum zeigt die Problematik auf, dass die Lernenden Schwierigkeiten dabei haben ein passendes Problem zu formulieren, welches experimentell gelöst werden kann.

9.5.5 Deutung der Ergebnisse und Reflexion

9.5.5.1 Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen

Wie bereits im 2. Mesozyklus zeigen die gewonnenen Ergebnisse, dass die Schülerinnen und Schüler vom Pre-Test zum Post-Test die Kompetenzen

Schüler*in (Gruppe)	2601 (G1)	2603 (G4)	2609 (G2)	2621 (G9)	M (SD)	Z (p)
Zeitpunkt t_1	54	27	46	38	41,25 (11,53)	t_1/t_2
Zeitpunkt t_2	48	31	53	43	43,75 (9,43)	-0,73 (0,47)
Zeitpunkt t_3	56	38	54	46	48,50 (8,23)	t_2/t_3 -1,83 (0,07)

Man erkennt, dass es während der Implementation $[t_2 : t_3]$ bei allen Lernenden zu einer Erhöhung des Mittelwertes kam. Auf einem Signifikanzniveau von 0,1 ist diese Erhöhung – trotz der geringen Stichprobe – sogar signifikant. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass es auch im Zeitpunkt $[t_1 : t_2]$ zu einer Erhöhung der Mittelwerte kommt. Diese Veränderung ist jedoch nicht signifikant.

> Kompetenz 1: „Die Schülerinnen und Schüler können das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Absorption) erläutern“ (MSB, 2013, S. 99)

und

> Kompetenz 2: „Die Schülerinnen und Schüler können Schattenbildung, Mondphasen und Finsternisse [...] mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären“ (ebd.)

erwerben. Es handelt sich bei den Veränderungen in der Gesamtpunktzahl im Pre-/Post-Vergleich um einen großen Effekt (für die Bewertung von Effektstärken vgl. Cohen, 1992; Bühner & Ziegler, 2009). Auch bei den einzelnen Items (mit Ausnahme von Item 2a und 2b)[191] konnten signifikante Unterschiede gefunden werden. Dabei handelt es sich bei den meisten Items um Effekte mit Effektstärken zwischen $0{,}20$ (schwacher Effekt) bis $0{,}62$ (starker Effekt). Vom 2. zum 3. Mesozyklus wurden an den Aufgaben bzw. Experimenten zu den Inhalten Streuung und Absorption, Schattenentstehung, Mondphasen und Sonnen- und Mondfinsternis aus den im 2. Mesozyklus ermittelten Problemen Änderungen vorgenommen. Diese Änderungen lassen sich durch einen Vergleich der Daten aus dem 2. und 3. Mesozyklus bewerten. Dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass in der Regel bei den einzelnen Inhalten mehrere Aspekte verändert wurden und die einzelnen Inhalte nicht unabhängig voneinander sind.

Die Ergebnisse der ANCOVA zeigen, dass bezogen auf die Gesamtpunktzahl bei kontrolliertem Pre-Wert ein signifikant unterschiedlicher Post-Wert erreicht wird ($\eta^2 = 0{,}031$; kleiner Effekt). Folglich haben sich die Änderungen allgemein positiv auf den Kompetenzzuwachs ausgewirkt. Im Folgenden sollen daher detailliertere Ergebnisse präsentiert werden: Im Design für den 2. Mesozyklus wurde das Thema der *Mondphasen*, wie die meisten anderen Inhalte auch, im Sinne des *Student Directed Inquiry* nach Bonnstetter (1998) durchgeführt. Bereits im 1. Mesozyklus wurde von einer Lehrkraft kritisch angemerkt, dass sich komplexe Inhalte, wie die Mondphasen, nur schwer im Selbstlernprozess erarbeiten lassen (vgl. Abschnitt 9.1.5.1). Entsprechend dieser Aussage und der Ergebnisse des Concept Inventories aus dem 2. Mesozyklus wurde bei der Erarbeitung der Mondphasen im 3. Mesozyklus das Level *Guided Inquiry* (Bonnstetter, 1998) genutzt. Hierbei wurde die Vorgehensweise den Schülerinnen und Schülern vorgegeben, wobei die schriftliche Beschreibung durch Skizzen des Aufbaus ergänzt wurde. Der Vergleich der Ergebnisse vom 2. und 3. Mesozyklus, sowohl von Item 7 (schriftliche Erklärung), als auch Item 10 (Skizze), zeigen, dass die Veränderungen sich signifikant positiv auf den Kompetenzerwerb auswirken, wobei es sich bei beiden Items mit $\eta^2 = 0{,}033$ (Item 7) und $\eta^2 = 0{,}023$ (Item 10) jeweils um kleine Effekte handelt – für die Bewertung von Effektstärken der Varianzanalyse vergleiche Rasch et al. (2014b). Somit scheint es für die Schülerinnen und Schüler in den betrachteten inklusiven Lerngruppen in der Lernumgebung einfacher, den Inhalt der Mondphasen im Sinne des *Guided Inquiry* (Bonnstetter, 1998) zu erarbeiten.

Im Zusammenhang mit den Inhalten der Sonnen- und Mondfinsternis traten im Post-Test des 2. Mesozyklus häufig Schwierigkeiten auf, welche sich auf fehlende Kenntnisse zu den Abstandsverhältnissen zwischen Sonne, Erde und Mond, sowie Verwechslungen zwischen

[191] Man beachte, dass die Inhalte von Item 2b in der Lernumgebung nicht explizit behandelt werden.

den beiden Finsternissen zurückführen lassen. Problematisch ist darüber hinaus, dass eine Vielzahl an Schülerinnen und Schüler ausgehend von der Vorstellung zum Entstehen einer Sonnenfinsternis (*Der Mond schiebt sich vor die Sonne*) die Vorstellung *Die Sonne schiebt sich vor den Mond* für die Mondfinsternis entwickelt haben. Daher wurden Änderungen im Design in der Form einer klaren räumlichen Trennung von Sonnen- und Mondfinsternis, sowie der Formulierung eigener Lückentexte vorgenommen. Darüber hinaus sollten die Lernenden den Begriff *finster* im Zusammenhang mit der Sonnen- und Mondfinsternis explizit erläutern. Ferner wurde eine Aufgabe zu den Abstandsverhältnissen integriert. Insbesondere wurden die Lernenden mit der Fehlvorstellung, dass sich die Sonne zwischen Mond und Erde befindet, konfrontiert. Der Vergleich der Ergebnisse vom 2. und 3. Mesozyklus im Zusammenhang mit der Sonnenfinsternis wurde über eine ANCOVA realisiert, weil sich die Gruppen statistisch signifikant voneinander im Pre-Test bezogen auf dieses Item unterscheiden. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Änderungen positiv auf den Kompetenzzuwachs auswirken, wobei es sich um einen kleinen Effekt ($\eta^2 = 0{,}045$) handelt. Im 3. Mesozyklus erwerben die Schülerinnen und Schüler ferner vom Pre- zum Post-Test (verglichen mit den Lernenden im 2. Mesozyklus) signifikant mehr Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen zur Mondfinsternis. Auch wenn es sich lediglich um einen kleinen Effekt handelt ($\eta^2 = 0{,}036$), scheinen sich die Änderungen positiv auf den Kompetenzzuwachs auszuwirken.

Die Änderungen im Erwerb von Kompetenzen im Umgang mit Fachwissen zum Inhalt Schattenentstehung bestanden vom 2. zum 3. Mesozyklus darin, dass das Experiment in zwei Teilexperimente aufgeteilt wurde und gleichzeitig eine zusätzliche Aufgabe zu Schatten bei transparenten Objekten integriert wurde. Auch wenn die Schülerinnen und Schüler bei Item 3 (bei nicht signifikant unterschiedlichen Ergebnissen im Pre-Test) im Post-Test im 3. Mesozyklus im Mittel eine höhere Punktzahl erreichen konnten, sind die Unterschiede zwischen den Ergebnissen des 2. und 3. Mesozyklus bei diesem Item nicht signifikant unterschiedlich. Folglich hatten die Änderungen am Design keine signifikante Wirkung auf den Erwerb von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen.

Im 2. Mesozyklus hat sich ferner gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler den Fachbegriff der *Reflexion* häufig unterschiedlich bzw. falsch verwenden. Um die *Reflexion* stärker von der *Streuung* abzugrenzen, wurde die Streuung erstmals bereits im Zusammenhang mit dem Inhalt Reflexion experimentell thematisiert. Es wurden Unterschiede und Gemeinsamkeiten in einer Aufgabe erarbeitet. Die beim Item 1 zur Reflexion durchgeführte ANCOVA zeigt jedoch keine signifikant unterschiedlichen Post-Werte bei Kontrolle des Pre-Werts. Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt auf, dass die Lernenden im 2. Mesozyklus bezogen auf dieses Item einen höheren Kompetenzzuwachs erreicht haben. Da an der Erarbeitung des Inhalts Reflexion jedoch keine inhaltlichen bzw. methodischen Veränderungen vorgenommen wurden, scheint dieses Ergebnis eher dadurch begründet, dass im Pre-Test bereits eine Vielzahl an Lernenden im 3. Mesozyklus eine weitaus höhere Punktzahl erreichen und sich entsprechend nicht mehr bzw. weniger stark verbessern konnten.

Die Ergebnisse der ANOVA bei Item 4 (*Verwendung der Fachbegriffe Reflexion, Streuung und Absorption*) und Item 6 (*Licht trifft auf eine weiße Fläche*) zeigen ebenso in beiden Fällen keine signifikante Interaktion. Eine reine Betrachtung der Mittelwerte im Pre-Post-Vergleich bei Item 4 und 6 zeigt ferner, dass der Kompetenzanstieg bezogen auf dieses Item höher ausfällt – wenn auch nicht statistisch signifikant. Dies mag jedoch auch an der geringen Stichprobe liegen. Weitere Forschung ist hierzu notwendig.

Sowohl bei den Schülerinnen und Schülern mit externalisierenden Verhaltensweisen als auch bei den übrigen Lernenden kommt es zu einem starken Zuwachs an Kompetenzen mit

Fachwissen. Gleichzeitig zeigt die durchgeführte ANCOVA, dass die übrigen Lernenden einen stärkeren Kompetenzzuwachs verzeichnen als die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen. Entsprechend konnte die Forderung von McMaster und Fuchs (2002), dass durch inklusiven, kooperativ gestalteten, Unterricht die Lücke zwischen Lernenden mit und ohne Unterstützungsbedarf verringert werden sollte, im 3. Mesozyklus nicht erfüllt werden.

9.5.5.2 Soziale Integration der Schülerinnen und Schüler

Im Sinne von Koster et al. (2009; 2009b) wurde soziale Integration als mehrdimensionales Konstrukt verstanden, wobei die drei Aspekte „student‘s social self-perception“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214), also die empfundene soziale Integration, „acceptance by classmates“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214), also die Ausprägung der Akzeptanz eines Kindes durch die Mitschülerinnen und Mitschüler, und „contacts/interactions“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) berücksichtigt wurden. Dabei wurde beim letztgenannten Aspekt lediglich der räumliche Kontakt beachtet.

Die Ergebnisse zur „student‘s social self-perception“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) zeichnen, je nach Erhebungsinstrument, ein unterschiedliches Bild. Während beim FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) in der Skala auf Klassenebene keine signifikant unterschiedlichen Veränderungen in der Experimental- und Kontrollgruppe vorliegen, zeigt sich bei der Anzahl der Eigenwahlen und Eigenablehnungen auf Klassenebene, dass die Lernumgebung das Potential birgt, die Anzahl an Wahlen (bezogen auf alle Lernenden) signifikant zu erhöhen. Dies deutet darauf hin, dass sich die empfundene soziale Integration – gemessen an den abgegebenen Wahlen, Nicht-Nominierungen und Ablehnungen – auf Klassenebene insgesamt verbessert. Insbesondere zeigt sich zusätzlich auf Ebene der Kleingruppe, dass sich die Anzahl der von den Schülerinnen und Schülern mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen abgegebenen Wahlen signifikant unterschiedlich zwischen Experimental- und Kontrollgruppe verändert. Dieser Effekt ist für die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen auf Klassenebene nicht nachweisbar. Dies deutet darauf hin, dass für diese Lernenden durch das Design der Lernumgebung – wie eigentlich zu erwarten – Effekte auf die empfundene soziale Integration gemessen durch die abgegebenen Wahlen, Ablehnungen und Nicht-Nominierungen eher auf Kleingruppenebene zu erwarten sind. Gründe dafür, dass – im Vergleich zur Soziometrie – keine Effekte im FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) messbar sind, könnten entsprechend auch in der *Reichweite* der Messinstrumente zur sozialen Integration gesehen werden. Die Effekte der Lernumgebung beschränken sich eher auf die empfundene soziale Integration innerhalb des Unterrichts und nicht auf außerunterrichtliche Aktivitäten, wie sie beispielsweise vom FEESS 5-6 (ebd.) berücksichtigt werden (z.B. Item *Ich darf beim Spielen auf dem Schulhof mitmachen*). Auch berücksichtigt der FEESS 5-6 (ebd.) explizit den Aspekt der Freundschaft (z.B. *Ich habe wenig Freunde in meiner Klasse*). Wie bereits in Abschnitt 9.1.3.2 erläutert wurde, werden „Kinder, die von der Gruppe der Gleichaltrigen wenig akzeptiert werden, [...] für andere Kinder als Freunde meist weniger attraktiv“ (von Salisch, 2008, S. 103). Folglich gilt es zunächst die *Akzeptanz* der Lernenden zu erhöhen. Gleichzeitig muss, bedingt durch die geringe Stundenanzahl, davon ausgegangen werden, dass die Lernumgebung eher keinen Einfluss auf Freundschaften aufweisen dürfte.

Die Ergebnisse zur „acceptance by classmates“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) zeigen, dass im Mittel alle Schülerinnen und Schüler in der Experimentalgruppe einen signifikant höheren Zuwachs an Wahlen erhalten, als die Lernenden der Kontrollgruppe. Dies gilt sowohl, wenn als Bezugsgruppe die ganze Lerngruppe, als auch die Kleingruppe gewählt wird. Wenn die Schülergruppe der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen alleine betrachtet wird, sind die beobachteten Effekte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe nicht signifikant unterschiedlich. Dies mag seine Gründe jedoch auch in der geringen Stichprobengröße haben. Eine reine Betrachtung der Mittelwerte auf Ebene der Lerngruppe zeigt jedoch, dass sich für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen in der Experimentalgruppe die Anzahl an Ablehnungen verringert, während diese Zahl in der Kontrollgruppe ansteigt. Ferner kommt es zu einer – wenn auch nicht statistisch signifikanten – stärkeren Erhöhung der Mittelwerte der Wahlen vom Pre- zum Post-Test in der Experimentalgruppe.

Auf Ebene der Kleingruppe kommt es sowohl in der Experimental-, als auch in der Kontrollgruppe zu einer Verringerung der Ablehnungen, wobei sich die Mittelwerte der Ablehnungen in der Experimentalgruppe stärker verringern. Während die Anzahl der Wahlen in der Kontrollgruppe auf Kleingruppenebene absinkt, steigt die Anzahl der Wahlen in der Experimentalgruppe leicht an.

Ein Gesamtblick auf die Daten zeigt, dass die Lernumgebung das Potenzial besitzt die soziale Akzeptanz in der Lerngruppe zu erhöhen. In einer größeren Stichprobe für die Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen gilt es, dies auch für diese Lernenden zu bestätigen.

Aus Sicht des Aspekts „contacts/interactions“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) haben die Videoaufnahmen[192] gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler in den Kleingruppen zu fast 100% im räumlichen Kontakt zueinander stehen und miteinander an den Experimenten arbeiten. Darüber hinaus kam es in drei der vier Gruppen zu keinem Zeitpunkt zu (non)verbalen Aussagen, dass die Schülerinnen und Schüler nicht mit dem Kind, welches mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelt wurde, arbeiten möchten. Dies ist insofern interessant, weil die Kleingruppen so eingeteilt wurden, dass zwei Kinder nicht mit dem Kind, welches mit der ITRF (ebd.) ermittelt wurde, zusammenarbeiten wollten. In einer Kleingruppe ist darüber hinaus ein nonverbaler Ausschluss, während der ersten neun Experimente zu beobachten. Dieser Ausschluss äußert sich darin, dass sich das Kind neben dem Kind, welches mit der ITRF (ebd.) ermittelt wurde, demonstrativ weit von diesem Kind entfernt hinsetzt. In einem Video interveniert die Lehrkraft und rückt den Stuhl dieses Kindes näher an das mit der ITRF (ebd.) ermittelte Kind heran. Im nächsten Video wurde der Abstand jedoch wieder wie vorher eingenommen. Ab *Experiment Erde/Mond 7* lässt sich kein demonstrativ großer Abstand mehr nachweisen. Insgesamt zeigt sich jedoch auch hier in drei von vier Fällen, dass die Schülerinnen und Schüler – zumindest während der Experimente – von ihren Mitschülerinnen und Mitschülern nicht bewusst ausgeschlossen werden, auch wenn dies aufgrund der Auswertung der Soziometrie zu erwarten gewesen wäre.

[192] Man beachte, dass die videographierte Lerngruppe im Zeitraum als Wartekontrollgruppe fungiert hat. Die soziometrischen Daten dieser Lerngruppe für die Zeit der Implementation $[t_1, t_2]$ zeigen kaum Veränderungen.

9.5.5.3 Kooperationsfähigkeit, Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft sowie Sozialkontakt der Lernenden in der Lernumgebung

Die Förderung der Kooperationsfähigkeit, des Einfühlungsvermögens und der Hilfsbereitschaft, sowie des Sozialkontakts wurden in der Lernumgebung im Experimental-Kontrollgruppen-Design untersucht. Da die Experimentalgruppe im Pre-Test signifikant höhere Mittelwerte in allen drei Skalen erreichte, wurden Experimental- und Kontrollgruppe im 3. Mesozyklus über eine ANCOVA verglichen. Bei Kontrolle der Pre-Werte zeigen sich jedoch keine signifikant höheren Post-Werte in Experimental- oder Kontrollgruppe. Ferner gibt es in den Skalen Kooperationsbereitschaft und Sozialkontakt sowohl in der Experimental-, als auch der Kontrollgruppe keine signifikanten Veränderungen vom Pre- zum Post-Test. Damit widersprechen die Ergebnisse den Ergebnissen im 2. Mesozyklus. Ein Grund hierfür mag in der geringeren Stichprobengröße, aber auch der Tatsache liegen, dass die Experimentalgruppe im 3. Mesozyklus im Pre-Test in den Skalen signifikant höhere Mittelwerte erreichte. Interessanterweise gibt es ferner eine signifikante Erhöhung des Mittelwerts in der Skala Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft in der Kontrollgruppe. Eine derartige Veränderung ist in der Experimentalgruppe nicht messbar.

9.5.5.4 Konzentration und Ausdauer der Lernenden in der Lernumgebung

Im Bereich Lern- und Arbeitsverhalten wurden neben der Selbstständigkeit (vgl. folgender Abschnitt) auch Daten zur Konzentration und Ausdauer der Lernenden erhoben. Da die Experimentalgruppe im Pre-Test signifikant höhere Mittelwerte in der Skala Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer erreichte, wurden Experimental- und Kontrollgruppe im 3. Mesozyklus mit einer ANCOVA untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass es bei kontrolliertem Pre-Wert nicht zu signifikant unterschiedlichen Post-Werten kommt. Ein Vergleich der Mittelwerte zeigt, dass es sowohl in der Experimental- als auch der Kontrollgruppe zu einem Anstieg kommt. Er ist jedoch in beiden Fällen nicht signifikant. Die Skala Konzentration unterscheidet sich dagegen im Pre-Test nicht signifikant von Experimental- und Kontrollgruppe. Gleichzeitig verändern sich die Mittelwerte vom Pre- zum Post-Test nicht signifikant unterschiedlich in Experimental- und Kontrollgruppe. Entsprechend kommt es, anders als im 2. Mesozyklus, nicht zu einer Förderung der Konzentration. Gleichzeitig kommt es – wie es sonst teilweise bei schwächeren Lernenden in offenen Lernformen vorkommt (vgl. z.B. Lipowsky, 1999) – aber auch nicht zu einem schlechteren konzentrierten bzw. aufgabenbezogeneren Arbeiten als im regulären Unterricht in der Experimentalgruppe.

9.5.5.5 Selbstständigkeit der Lernenden in der Lernumgebung

Schülerinnen und Schüler in der Orientierungsstufe sind in der Regel noch recht unselbstständig und benötigen häufig Bestätigung (Schulz-Wensky, 1996). Ferner stellen die Lernenden häufig Fragen an die Lehrkraft (ebd.). Die Ergebnisse der Videoanalyse zeigen, dass dies in der Lernumgebung anders ist: Die Schülerinnen und Schüler stellen mit sieben Fragen in 46 videographierten Experimenten vergleichsweise sehr wenige Fragen an die Lehrkraft. Ferner handelt es sich bei einem Teil der gestellten Fragen nicht um inhaltliche Fragen, sondern vielmehr um organisatorische Rückfragen, die aus dem unbekannten, höheren Maß an Freiheit resultieren. Ein Beispiel hierfür ist die Frage nach

Kreidestaub, der nicht im Experimentierkoffer vorhanden ist, und für ein Experiment genutzt werden kann.

Viele Fragen der Lernenden konnten durch das digitale Hilfesystem geklärt werden, welches 18-mal in den 46 Experimenten genutzt wurde. Da anschließend (bis auf eine Ausnahme) die Lehrkraft nicht mehr um Rat gefragt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass den Kleingruppen die Hilfestellungen im digitalen Hilfesystem ausgereicht haben. Insgesamt lässt sich formulieren, dass die videographierten Lernenden sehr selbstständig – unterstützt von dem digitalen Hilfesystem und den Mitgliedern der Kleingruppe – in der Lernumgebung experimentieren konnten.

Ferner wurde die Förderung der Selbstständigkeit in der Lernumgebung im Experimental-Kontrollgruppen-Design untersucht.[193] Da die Experimentalgruppe im Pre-Test signifikant höhere Mittelwerte in der Skala Selbstständigkeit erreichte, wurde eine ANCOVA zum Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppe im 3. Mesozyklus vorgenommen. Bei kontrolliertem Pre-Wert ergeben sich jedoch keine signifikant unterschiedlichen Post-Werte. Ein Vergleich der Mittelwerte zeigt jedoch, dass es sowohl in der Experimental- als auch der Kontrollgruppe zu einem Anstieg kommt. Er ist jedoch in beiden Fällen nicht signifikant.

9.5.5.6 Zusammenfassung

Die gewonnenen Erkenntnisse deuten darauf hin, dass es im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung (vgl. Abschnitt 3.4.2.4) sowohl zu einer Förderung des Bildungs-, als auch des Entwicklungsauftrags in Form der Sozialen Integration durch die Lernumgebung kommt. Die Aussagen zur Förderung von Arbeits- und Sozialverhalten sind dagegen nicht eindeutig bzw. stehen im Widerspruch zum 2. Mesozyklus. Ein Blick auf die gewonnenen Erkenntnisse und die Forschungshypothesen in Abschnitt 9.5.1 zeigt, dass für die normal gedruckten Hypothesen in Tabelle 126 die Nullhypothese beibehalten werden muss. Die angenommenen Alternativhypothesen sind in Tabelle 126 fett gedruckt.

Frage	Skala	Erhebungsinstrument	Hypothese
Hypothesen zu den Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen			
M3.F1	**Kompetenzzuwachs Fachwissen**	Concept Inventory	$\boldsymbol{H_1: M_{post} > M_{pre}}$
M3.F2	Gesamtpunktzahl	Concept Inventory	$\boldsymbol{H_1: \Delta M_{Meso3} > \Delta M_{Meso2}}$
	Reflexion	Concept Inventory I1	$H_0: \Delta M_{Meso3} \leq \Delta M_{Meso2}$
	Streuung	Concept Inventory I6	$H_0: \Delta M_{Meso3} \leq \Delta M_{Meso2}$
	Reflexion und Streuung	Concept Inventory I4	$H_0: \Delta M_{Meso3} \leq \Delta M_{Meso2}$
	Schattenentstehung	Concept Inventory I3	$H_0: \Delta M_{Meso3} \leq \Delta M_{Meso2}$
	Mondphasen	Concept Inventory I7	$\boldsymbol{H_1: \Delta M_{Meso3} > \Delta M_{Meso2}}$
	Mondphasen	Concept Inventory I10	$\boldsymbol{H_1: \Delta M_{Meso3} > \Delta M_{Meso2}}$
	Sonnenfinsternis	Concept Inventory I5	$\boldsymbol{H_1: \Delta M_{Meso3} > \Delta M_{Meso2}}$
	Mondfinsternis	Concept Inventory I9	$\boldsymbol{H_1: \Delta M_{Meso3} > \Delta M_{Meso2}}$

[193] Man beachte, dass die videographierte Lerngruppe nicht Teil der Experimentalgruppe war, sondern im Sinne eines Wartekontrollgruppen-Designs im Anschluss an die Implementation der Experimentalgruppe $[t_1: t_2]$ die Materialien erhalten hat.

M3.S3	Vergleich Kompetenzzuwachs extern. Verh. und übrige Lernende	Concept Inventory	H_0: $\Delta M_{G-20\%} \neq \Delta M_{G-80\%}$
Hypothesen zur Förderung des Sozialverhaltens und der sozialen Integration			
M3.S1	Kooperationsfähigkeit	LSL	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
M3.S2	Hilfsbereitschaft / Einfühlungsvermögen	LSL	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
M3.S3	Sozialkontakt	LSL	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
M3.S4.A	Soziale Integration (alle)	FEESS 5-6	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Klassenklima (alle)	FEESS 5-6	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Soziale Integration (20%)	FEESS 5-6	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Klassenklima (20%)	FEESS 5-6	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Soziale Integration (80%)	FEESS 5-6	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Klassenklima (80%)	FEESS 5-6	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
M2.S4.B	**Wahlen (alle)**	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}}$
	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}}$
	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
M2.S4.C	**Wahlen (alle)**	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}}$
	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}}$
	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
M2.S4.D	**Wahlen (alle)**	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}}$
	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}}$
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}}$
	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
M2.S4.E	**Wahlen (alle)**	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}}$
	Ablehnungen (alle)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Wahlen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Ablehnungen (G-20%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
	Wahlen (G-80%)	Soziometrie	$\boldsymbol{H_1}$: $\boldsymbol{\Delta M_{EG} > \Delta M_{KG}}$
	Ablehnungen (G-80%)	Soziometrie	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
Hypothesen zur Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens			
M3.L1	Konzentration	LSL	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
M3.L2	Ausdauer	LSL	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$
M3.L3.A	Selbstständigkeit	LSL	H_0: $\Delta M_{EG} \leq \Delta M_{KG}$

Tabelle 126: Rückbezug auf die Hypothesen ausgehend von den Erkenntnissen des 3. Mesozyklus.

10 Re-Framing

Der DBR-Ansatz ist mit dem Ziel verbunden sowohl einen praktischen Output, als auch einen theoretischen Output zu erzeugen (van den Acker, 1999; Edelson, 2002; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Kohnen, 2012; Prediger al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Dabei besteht der praktische Output aus (weiter-)entwickelten Unterrichtsmaterialien, die von Lehrkräften genutzt werden können, während es sich bei dem theoretischen Output um die (Weiter-)Entwicklung von (lokalen) Theorien handelt, die aus den Erfahrungen mit dem Unterrichtsmaterial heraus formuliert werden (ebd.). Diese (lokalen) Theorien beinhalten „mögliche Verläufe, eventuelle oder typische Hürden, Bedingungen und Wirkungen der eingesetzten Aufgabenstellungen und Unterstützungsmittel für den gegenstandsspezifischen Lernprozess“ (Prediger et al., 2012, S. 455).

Edelson (2002) nennt drei verschiedene Typen von (lokalen) Theorien beim DBR:

- *Domain Theories*: Es handelt sich hierbei um rein deskriptive Theorien der Form „Was ist passiert?“ (ebd.).
- *Design Frameworks*: Dies sind Verallgemeinerungen von Design-Lösungen (ebd.). Sie sind präskriptiv und beschreiben, wie eine Lernumgebung designt sein kann bzw. muss, damit die gesetzten Ziele erreicht werden können (ebd.).
- *Design Methodologies*: Diese Form von (lokalen) Theorie beschreibt bzw. verallgemeinert den Designprozess (ebd.). Somit steht hier der Prozess an sich im Fokus und nicht das Design selber (ebd.).

Entsprechend ergeben sich *Domain Theories* (ebd.) aus der Fragestellung „What works?“ (Cobb et al., 2003, S. 12), während *Design Frameworks* (Edelson, 2002) aus der Problemstellung „How, when and why does it work?“ (Cobb et al., 2003, S. 12) resultieren. Da beim DBR nach Edelson (2002) insbesondere auch Problemanalysen eine Rolle spielen, müsste die letztgenannte Fragestellung eigentlich in „How, when and why does it (not) work?“ umformuliert werden (vgl. Abschnitt 7.2.3).

Entsprechend ist es das Ziel der letzten Phase im DBR, diese beiden Fragestellungen im Rahmen des sogenannten Re-Framings (Rott und Marohn, 2016; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019) zu beantworten. Ausgangspunkt sind dabei die übergeordneten Forschungsfragen aus Abschnitt 8.3.

10.1 Anmerkungen zum praktischen Output des Forschungsprojekts

Im Rahmen dieses DBR-Forschungsprojekts konnten eine Lernumgebung bzw. konkrete Unterrichtsmaterialien unter anderem mit den Merkmalen „safe, caring, cooperative, well-managed, particpatory“ (Reicher, 2010a, S. 42) in einem zyklischen Prozess kontinuierlich aus den gewonnenen Erfahrungen heraus (weiter-)entwickelt werden. Diese Materialien bzw. Konzepte gilt es Lehrkräften zur Verfügung zu stellen, um auf diese Weise die von Vertretern des DBR angemerkte Kluft zwischen fachdidaktischer Forschung und Praxis (van den Akker, 1999; DBRC, 2003; Kohnen, 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Bresges,

2018) zu überwinden und gleichzeitig Lehrkräfte bei ihrem inklusiven NW- bzw. Physikunterricht zu unterstützen. Ferner können Lehrkräfte diese Materialien zum Anlass bzw. als Vorlage nehmen, um ähnliche Unterrichtsmaterialien zu anderen Inhaltsfeldern zu entwickeln.

Dabei kann die Lernumgebung an sich durch die in Tabelle 127 genannten Gestaltungsmerkmale charakterisiert werden. Die Begründung für die einzelnen Merkmale wurde im Theorieteil bzw. in den Diskussionen der einzelnen Mesozyklen gegeben. Nähere Details findet man darüber hinaus im Abschnitt 10.3.

Classroom-Management inklusive Regelwerk	Konsequenzen und Verstärkersystem	Team-Kleingruppen-Modell/ kooperative Langzeitteams
Kontakttheorie / SULKI-Modell	Kontextorientierter Unterricht	Berücksichtigung von Präkonzepten
Schülerexperimente im Sinne des IBL	Experimentieren mit bekannten Materialien	Scaffolding mit dem digitalen Hilfesystem
Einheitliche Strukturierung	Sprachsensible Unterrichtsmaterialien	Feedback über Online-Fragebögen

Tabelle 127: Zusammenfassung der Gestaltungskriterien im Hinblick auf die gemeinsame Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, sozialer Integration Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit.

Mit dem Ziel der Überwindung der Kluft zwischen der fachdidaktischen Forschung und der Schulpraxis wurden bereits einzelne Komponenten der Lernumgebung veröffentlicht. Um Lehrkräfte zu erreichen, wurden hierzu jeweils Lehrerzeitschriften gewählt.

Die Grundkonzeption der dritten Version des (digitalen) Hilfesystems wurden in der Lehrerzeitschrift *Computer + Unterricht* (Küpper et al., 2020a) veröffentlicht und auf diese Weise Lehrkräften (mit Interesse an digitalen Medien im Unterricht) zur Verfügung gestellt.

Darüber hinaus wurde der entwickelte Experimentierkoffer inklusive der Gestaltungskriterien für die Experimentiermaterialien im Journal *Transfer Forschung ↔ Schule* (Küpper et al., im Druck) veröffentlicht. Ausgehend von diesem Beitrag heraus können Lehrkräfte leicht ähnliche Experimentierkoffer für andere Inhaltsfelder entwickeln.

In einem nächsten Schritt soll auch das Arbeitsheft veröffentlicht werden, sodass Lehrkräfte es in ihrem NW- bzw. Physikunterricht der Orientierungsstufe nutzen können.

Im Sinne des DBR-Ansatzes sind die (veröffentlichten) Materialien dabei nicht als final anzusehen. Vielmehr sind Lehrkräfte, aber auch Forschende, eingeladen die Materialien weiterzuentwickeln bzw. auf andere Kontexte zu übertragen.

10.2 Entwicklung einer praxistauglichen Innovation: „What works?“

In diesem Abschnitt werden ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen in den drei Mesozyklen im DBR-Projekt *Domain Theories* (Edelson, 2002) aufgestellt, wobei es sich hierbei um rein deskriptive Beschreibungen der Form „What works?“ (Cobb et al., 2003, S. 12) handelt. Ermittelte Gründe für diese Beschreibungen werden im Abschnitt 10.3 gegeben.

Übersichtshalber werden der Bildungsauftrag und der Entwicklungsauftrag im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung (vgl. Abschnitt 3.4.2.4) getrennt voneinander betrachtet. Für ausführlichere Darstellungen sei jeweils auf die Ergebnisteile in den einzelnen Mesozyklen verwiesen.

10.2.1 Bildungsauftrag

Im Rahmen des Bildungsauftrags wurde der Fokus in diesem Projekt auf die Erhebung von Präkonzepten, der Veränderung von Vorstellungen durch die Lernumgebung und die Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen (MSB, 2013) gelegt. Entsprechend wurden die in Tabelle 128 genannten Forschungsfragen betrachtet.

Theoretischer Output	
Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen	
2a	Welche Präkonzepte liegen am Anfang einer Unterrichtsreihe im inklusiven Physikunterricht zu den Inhalten der elementaren Optik vor?
2b	Wie verändern sich die Vorstellungen der Lernenden zu den Inhalten der elementaren Optik durch die Lernumgebung?
2c	Wie wirkt sich die Lernumgebung auf den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen zu den Inhalten der elementaren Optik aus?

Tabelle 128: Sich aus dem Bildungsauftrag ergebene Forschungsfragen.

Die Ergebnisse der Pre-Tests des entwickelten Concept Inventories zeigen, dass die Präkonzepte der Lernenden in den inklusiven Lerngruppen in starkem Maße divers sind (vgl. auch Rott, 2018). Dabei zeigt sich jedoch auch, dass es bei den Lernenden sehr populäre Präkonzepte gibt, die häufig genannt werden. Hierbei sind es gerade diese Präkonzepte, die häufig bereits in der Literatur (Claus et al., 1982; Guesne, 1985; Wiesner & Claus, 1985; Feher & Rice, 1988; Baxter, 1989; Ramadas und Driver, 1989; Feher, 1990; Osborne et al., 1990; Schoon, 1992; Blumör, 1993; Brickhouse, 1994; Driver et al., 1994; Selley 1996a; Selley 1996a; Collins et al., 1998; Parker & Heywood, 1998; Stahly, Krockover & Shepardson, 1999; Barab et al., 2000; Barnett & Morran, 2002; Murmann, 2002; Hermann & Lewis, 2003; Trundle & Troland, 2005; Brunsell und Marcks, 2007) beschrieben sind, wobei die Häufigkeitsverteilungen der Vorstellungen unterschiedlich sind. Gleichzeitig haben sich auch neue, bei den Lernenden populäre, Präkonzepte ergeben.

Einige Beispiele sind in der folgenden Aufzählung genannt. Für detailliertere Informationen vergleiche Abschnitt 9.3.5.1.

- MESO2_PK_UK 8.4: Schwarze Gegenstände sehen schwarz aus, weil schwarz keine Farbe ist.
- MESO2_PK_UK 10.6 bzw. MESO2_PK_UK 10.7: Die Mondphasen entstehen dadurch, dass sich der Mond vor die Sonne schiebt.
- MESO2_PK_UK 9.2: Bei einer Mondfinsternis schiebt sich der Sonne vor den Mond.

Die schriftlich festgehaltenen Vorstellungen zur Erklärung der Mondphasen zeichnen sich darüber hinaus, ähnlich wie bei Stahly et al. (1999), dadurch aus, dass häufig nur Teilerklärungen der Mondphasen, wie z.B. *Die Mondphasen entstehen, weil sich der Mond um die Erde bewegt* oder *Die Mondphasen entstehen, weil der Mond von der Sonne unterschiedlich beleuchtet wird* formuliert werden. Auch ist die in der Literatur häufig genannte Schattenvorstellung zur Entstehung der Mondphasen (Baxter, 1989; Hermann & Lewis, 2003) in den Antworten bzw. Zeichnungen nicht populärer als die anderen, häufiger vorkommenden, Präkonzepte. Insbesondere sind bei den Lernenden Konzepte beliebt, die den Halbmond mit Sonnen- bzw. Mondfinsternissen in Verbindung bringen, bei denen Sonne, Erde und Mond auf einer Linie sind.

Gleichzeitig hat sich bei der Codierung der Präkonzepte der Lernenden ergeben, dass der Begriff *Reflexion* vielen Lernenden bekannt ist (vgl. auch Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018), er jedoch häufig allgemein als *Zurückwerfen* verstanden und es wird keine Unterscheidung zur Streuung vorgenommen.

Während einzelne Präkonzepte der Lernenden häufig vorkommen, sind andere Präkonzepte dagegen sehr selten und wurden nur in 1-2% der Stichprobe codiert. Dies bedeutet jedoch nicht, dass diese Präkonzepte im Unterricht vernachlässigt werden können bzw. sollen. Gleichzeitig zeigt sich, dass viele der Lernenden zu den Phänomenen Mondfinsternis (68%), Mondphasen (schriftlich, 91%; zeichnerisch 50,3%) und Streuung (50,2%) keine Vorstellungen äußern.

Aus Sicht des Bildungsauftrags ist es ein Ziel der Lernumgebung, dass sich die Präkonzepte der Lernenden zu physikalisch möglichst korrekten Vorstellungen weiterentwickeln.

Die qualitative Auswertung der Schülervorstellungen im Anschluss an die Implementation zeigt, dass im Post-Test weniger Schülerinnen und Schüler keine Vorstellung nennen. Insbesondere für die Inhalte, bei denen mehr als 50% der Lernenden im Pre-Test keine Vorstellung geäußert haben, lassen sich starke Unterschiede feststellen (Mondfinsternis (68% ⟶ 31,4%), Mondphasen (schriftlich, 91% ⟶ 48,8%; zeichnerisch 49,4% ⟶ 19.2%) und Streuung (49,7% ⟶ 19,7%). Dies deutet darauf hin, dass sich vermehrt Vorstellungen zu den einzelnen Inhalten bzw. Phänomenen entwickeln. Gleichzeitig weisen eine Vielzahl an Schülerinnen und Schüler im Post-Test zu den untersuchten Inhalten physikalisch angemessenere Vorstellungen auf. Dies deutet darauf hin, dass es durch die Lernumgebung zu Vorstellungsveränderungen hin zu physikalisch korrekteren Vorstellungen kommt. Indes entwickeln sich aber nicht bei allen Lernenden die Präkonzepte zu physikalisch angemessenen Vorstellungen weiter. Insbesondere kommt es auch zur Entwicklung neuer Vorstellungen, die im Pre-Test nicht codiert werden konnten. Nähere Details zu den einzelnen Inhalten bzw. Phänomenen findet man in Abschnitt 9.3.5.2. Es zeigt sich dabei

insbesondere, dass es für die Lernenden gerade bei den Themen Mondfinsternis und Mondphasen schwierig ist angemessene Vorstellungen zu entwickeln.

Ähnliche Ergebnisse zeigt auch die quantitative Auswertung. Die Lernenden erwerben in der Lernumgebung im Mittel Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen der Form:

1) „Die Schülerinnen und Schüler können das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Absorption) erläutern [...]“ (MSB, 2013, Seite 99) und
2) „Die Schülerinnen und Schüler können Schattenbildung, Mondphasen und Finsternisse [...] mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären [...]“ (ebd., Seite 99).

Dabei stellen sich einzelne Teilkompetenzen bzw. Inhalte als komplexer heraus. Beispiele hierfür sind ebenfalls die Mondfinsternis und die Mondphasen. Durch die Änderungen vom 2. zum 3. Mesozyklus (vgl. auch Abschnitt 10.3) konnten im Hinblick auf diese Inhalte jedoch höhere Kompetenzzuwächse erreicht werden.

10.2.2 Entwicklungsauftrag

Die entwickelte Lernumgebung verfolgt im Sinne des SEL bzw. des Modells dualer Unterrichtplanung (vgl. auch Abschnitt 3.4.2.4) das Ziel der gemeinsamen Förderung des Bildungsauftrags (vgl. vorheriger Abschnitt) und des Entwicklungsauftrags in Form von sozialer Integration, Kooperation – inklusive Hilfsbereitschaft – und Selbstständigkeit (vgl. Abschnitt 3.5.1 bis 3.5.3).

10.2.2.1 Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit

Im Rahmen des Entwicklungsauftrags wurde ein Fokus auf die Förderung der Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit der Lernenden (mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen) gelegt. Entsprechend wurden die in Tabelle 129 genannten Forschungsfragen betrachtet.

Theoretischer Output	
Förderung von Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit der Lernenden	
3a	Lässt sich in der Lernumgebung neben dem Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung auch die Kooperationsfähigkeit (inklusive der Hilfsbereitschaft) der Lernenden fördern?
3b	Lässt sich in der Lernumgebung neben dem Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung auch die Selbstständigkeit der Lernenden fördern?

Tabelle 129: Sich aus dem Entwicklungsauftrag ergebene Forschungsfragen zur Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit.

Inwiefern die Lernumgebung die Kooperationsfähigkeit und die Selbstständigkeit der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen fördert, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Während im 2. Mesozyklus im Pre-Post-Vergleich signifikante Effekte in den Skalen Kooperation und Hilfsbereitschaft der LSL

erzielt werden konnten, konnten entsprechende Effekte im 3. Mesozyklus nicht nachgewiesen werden. Die durchgeführte ANCOVA zeigt jedoch bei kontrolliertem Pre-Wert keine signifikant unterschiedlichen Post-Werte in Experimental- und Kontrollgruppe. Insbesondere zeigt der Vergleich zwischen Experimental- und Kontrollgruppe im 3. Mesozyklus keine signifikant unterschiedlichen Veränderungen zwischen den beiden Gruppen bezogen auf die Skalen Kooperation und Hilfsbereitschaft. Dies wiederspricht den Aussagen bzw. Ergebnissen, dass kooperative Lernformen im Allgemeinen zu einer Förderung von sozialen Kompetenzen (Johnson & Johnson, 1989, Ginsburg-Block et al., 2006, Büttner et al., 2012, Hennemann et al., 2017) bzw. der Kooperationsfähigkeit (Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008; Röhr; 1995; Jenkins et al., 2003) führen (vgl. auch Britz, 2017). Gleichzeitig zeichnen sich die Lernenden der Experimentalgruppe im 3. Mesozyklus durch signifikant höhere Werte im Pre-Test aus. Interessant ist darüber hinaus, dass es im Vergleich zur Stichprobe im 2. Mesozyklus nicht zu einer signifikanten Veränderung vom Pre- zum Post-Test in den Skalen Kooperation und Hilfsbereitschaft gekommen ist. Gleichzeitig zeigen jedoch die Aussagen in den Lehrerinterviews des 2. Mesozyklus, dass die Schülerinnen und Schüler in den Kleingruppen im 2. Mesozyklus häufig miteinander arbeiten und sich gegenseitig unterstützen (MESO2_SIH_UK 5.1). Dabei werden nicht nur die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen unterstützt, sondern diese Lernenden unterstützen aus Sicht der Lehrkräfte häufig auch selbst ihre Gruppenmitglieder. Dabei gilt jedoch zu berücksichtigen, dass dies nicht auf alle Lernenden zutrifft.

Neben der Förderung der Kooperationsfähigkeit, verfolgt die Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* das Ziel, die Selbstständigkeit der Lernenden (mit dem am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen) zu fördern. Dabei zeigt sich ähnlich wie bei der Förderung der Kooperationsfähigkeit, dass es zwar im 2. Mesozyklus im Vergleich zum Pre- und Post-Test zu einer signifikanten Förderung der Selbstständigkeit bei den Lernenden mit dem am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen kommt, gleichzeitig zeigt sich im 3. Mesozyklus in der Experimentalgruppe keinen signifikant größerer Mittelwertunterschied in der Skala Selbstständigkeit als in der Kontrollgruppe. Hier muss jedoch ebenfalls wieder bedacht werden, dass die Lernenden in der Experimentalgruppe im Pre-Test signifikant höhere Mittelwerte in der LSL (Petermann & Petermann, 2003) erhielten. Die durchgeführte ANCOVA zeigt bei kontrolliertem Pre-Wert keine signifikant unterschiedlichen Post-Werte in Experimental- und Kontrollgruppe. Auf der anderen Seite zeigen sowohl die Interviews im 2. Mesozyklus, als auch die Auswertung der Videoaufnahmen in einer Lerngruppe im 3. Mesozyklus, dass die Schülerinnen und Schüler in der Lernumgebung sehr selbstständig arbeiten können, was sonst bei Lernenden in der Orientierungsstufe häufig nicht der Fall ist (vgl. MESO1_S_UK 0.1; Schulz-Wensky, 1996).

10.2.2.2 Soziale Integration

Nach Koster et al. (2009; 2009b) wird unter sozialer Integration (bzw. sozialer Partizipation) ein mehrdimensionales Konstrukt verstanden, welches neben dem Aspekt Freundschaft, der in diesem Projekt nicht beachtet wurde, die drei Aspekte „student‘s social self-perception“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214), also die empfundene soziale Integration, die „acceptance by classmates“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214), also die Ausprägung der Akzeptanz eines Kindes durch die Mitschülerinnen und Mitschüler, und die „contacts/interactions“ (Koster et al., 2009a,

S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) beinhaltet. Entsprechend wurden die in Tabelle 130 genannten Forschungsfragen betrachtet.

Theoretischer Output	
Förderung von sozialer Integration der Lernenden	
4a	Lässt sich durch die Lernumgebung die Akzeptanz von Lernenden (mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen) verbessern?
4b	Lässt sich durch die Lernumgebung die empfundene soziale Integration von Schülerinnen und Schülern (mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen) verbessern?
4c	Lässt sich eine Lernumgebung entwickeln, bei der Lernende, die eigentlich nicht miteinander arbeiten möchten, in hohem Maße in Kontakt zueinander sind?

Tabelle 130: Forschungsfragen zur sozialen Integration.

Die vorgenommenen Vergleiche zwischen den Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen und den übrigen Lernenden zeigen, dass die erstgenannte Gruppe signifikant weniger Wahlen und mehr Ablehnungen – insbesondere beim Experimentieren, einem Charakteristikum des Physikunterrichts (z.B. Rincke & Wodzinski, 2010; Schmidt-Borcherding et al., 2013) – erhält. Entsprechend zeichnen sich diese Lernenden durch eine höhere Wahrscheinlichkeit zum sozialen Ausschluss – insbesondere bei Experimenten – aus[194]. Die Ergebnisse entsprechen den Erkenntnissen bei von Salisch (2008), Reicher (2010a), Ellinger und Stein (2012) und Krull et al. (2014b, 2018) für Lernende mit externalisierendem Verhalten bzw. Bless (2000), Huber (2006), Bless und Mohr, (2007), Huber und Wilbert (2012), Krull et al. (2014a) oder Kulawiak und Wilbert (2015) bei Lernenden mit sonderpädagogischem Förderbedarf.

Somit ist es notwendig die soziale Integration explizit zu fördern (vgl. auch z.B. Huber, 2019): Die Ergebnisse über alle drei Mesozyklen hinweg zeigen, dass sich die Akzeptanz der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen, als auch der übrigen Lernenden im Vergleich vom Pre- zum Post-Test (signifikant) verbessern lässt. Insbesondere konnte im 3. Mesozyklus gezeigt werden, dass sich die Erhöhung der Akzeptanz der Lernenden auf die Lernumgebung zurückführen lässt. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass diese Effekte der Lernumgebung nur in Bezug auf die ganze Lerngruppe bzw. die übrigen Lernenden gefunden werden konnten. Ein Grund hierfür mag jedoch in der geringen Stichprobe der Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen gesehen werden kann. Dennoch konnte gezeigt werden, dass die Lernumgebung das Potenzial bietet, wie die Lernumgebungen bei Johnson et al. (1983), Stevens und Slavin (1995) bzw. Putnam et al. (1996) für Lernende mit Förderbedarf, die soziale Integration in Form von Akzeptanz signifikant zum regulären Unterricht zu erhöhen. Anders als in den genannten Studien wurde in dieser Studie jedoch kein Vergleich zum kompetitiven und/oder individuellen Lernen vorgenommen (Johnson et al., 1983; Stevens & Slavin, 1995; Putnam et al., 1996). Es kann allerdings formuliert werden, dass die Lernumgebung, im Gegensatz zum regulären Unterricht der Kontrollgruppe, das Potenzial der Verbesserung der sozialen Integration bietet.

Ab dem 2. Mesozyklus wurde darüber hinaus auch die „student‘s social self-perception“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214), also die empfundene soziale

[194] Man beachte, dass diese Aussage nur auf die Stichprobe und nicht auf die gesamten Lerngruppen übertragen werden kann, weil nicht alle Lernenden pro Klasse an der Erhebung teilgenommen haben (Kulawiak & Wilbert, 2015).

Integration, evaluiert, wobei hierbei einerseits der FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) und andererseits die Auswertung der Eigenwahlen der Schülerinnen und Schüler in der Soziometrie betrachtet wurden.

Die Ergebnisse im 2. und 3. Mesozyklus zeigen, dass es insbesondere auf Kleingruppenebene jeweils zu signifikant mehr verteilten Wahlen von den Schülerinnen und Schüler mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen kommt. Insbesondere zeigen die Ergebnisse im 3. Mesozyklus, dass dieser Effekt in der Kontrollgruppe nicht nachweisbar ist und entsprechend auf die Implementation zurückzuführen ist. Somit fördert die Lernumgebung aus Sicht der verteilten Wahlen und Ablehnungen die empfundene soziale Integration im Physikunterricht. Anders als bei Britz (2017) konnte jedoch nicht nachgewiesen werden, dass die für die gesamte Lerngruppe gezeigte Verbesserung in der Selbsteinschätzung der sozialen Integration im 2. Mesozyklus mit FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) auf die Lernumgebung zurückzuführen ist, da es im 3. Mesozyklus nicht zu signifikanten unterschiedlichen Veränderungen zwischen Experimental- und Kontrollgruppe kommt. Gründe hierfür können gegebenenfalls darin gesehen werden, dass im Pre-Test bereits ein Deckeneffekt vorliegt oder in der Reichweite der Wirkung der Lernumgebung auf die empfundene soziale Integration.

Im 3. Mesozyklus wurde darüber hinaus der Aspekt „contacts/interactions“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) in einer Lerngruppe über die Methode der Videographie evaluiert, wobei der Fokus auf den räumlichen Kontakt gelegt wurde. Trotz der Tatsache, dass die Kleingruppen so eingeteilt wurden, dass zwei Lernende nicht mit dem mit der ITRF (Casale et al., 2019) ermittelten Kind zusammenarbeiten wollen, verbleiben die Schülerinnen und Schüler zu fast 100% im räumlichen Kontakt in den experimentellen Phasen und experimentieren miteinander. Darüber hinaus konnten in drei von vier Kleingruppen keine Zeitbereiche gefunden werden, in denen einzelne Lernende verbal oder nonverbal äußern, dass sie nicht mit dem mit der ITRF (ebd.) ermittelten Kind zusammenarbeiten wollen. In einer Kleingruppe lässt sich dies nur durch einen demonstrativ großen Sitzabstand nachweisen, wobei sich dieser Abstand mit der Zeit verringert.

Insgesamt kann somit formuliert werden, dass es sowohl aus Sicht des Aspekts „acceptance by classmates“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214), also die Ausprägung der Akzeptanz eines Kindes durch die Mitschülerinnen und Mitschüler, und des Aspekts „contacts/interactions“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) zu einer Förderung der sozialen Integration der Lernenden in bzw. durch die Lernumgebung kommt. Im Zusammenhang mit dem Aspekt „student‘s social self-perception“ (Koster et al., 2009a, S. 135; Koster et al., 2009b, S. 214) sind die Ergebnisse darüber hinaus nicht eindeutig.

10.3 Formulierung lokaler Theorien „How, when and why does it (not) work?“

In diesem Abschnitt werden aus den gewonnenen Erkenntnissen heraus *Design Frameworks* (Edelson, 2002) entwickelt um auf diese Weise die Frage „How, when and why does it (not) work?“ (vgl. Cobb et al., 2003) zu beantworten. Folglich geht es um präskriptive Beschreibungen, wie eine Lernumgebung designt sein kann bzw. muss, damit

sie die gesetzten Ziele im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung erreicht. Dabei wird in einem ersten Schritt zunächst erneut der Bildungsauftrag vom Entwicklungsauftrag gesondert beschrieben. Anschließend werden die erstellten lokalen Theorien im Sinne von Design Frameworks von Bildungs- und Entwicklungsauftrag miteinander in Verbindung gesetzt bzw. vernetzt. Dabei wird insbesondere herausgestellt, dass die Designprinzipien für die Förderung von Bildungs- und Entwicklungsauftrag nicht unabhängig voneinander sind, sondern sich gegenseitig bedingen. Ferner werden Faktoren der Lernumgebung herausgearbeitet, die zur dualen Förderung von Fach- und Entwicklungsanliegen aus den gewonnenen Erkenntnissen und der Literatur heraus relevant erscheinen. Für ausführlichere Darstellungen sei jeweils auf die Ergebnisteile in den einzelnen Zyklen verwiesen.

Man beachte: In den einzelnen Abschnitten findet man jeweils eine graphische Darstellung, wobei der Fokus jeweils auf bestimmte Aspekte der Graphik gelegt wird. Die vollständige Graphik wird erst im letzten Abschnitt beschrieben.

10.3.1 Bildungsauftrag

Bedingt durch das Design der Lernumgebung kommt es, wie in Abschnitt 10.2 beschrieben, zur Veränderung von Vorstellungen und insbesondere einem Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen. Aufgrund der Tatsache, dass die in den geförderten Kompetenzen angegebenen Inhalte nicht in den Kernlehrplänen anderer Fächer genannt sind, kann dies auf die Lernumgebung zurückgeführt werden. Entsprechend können Schülerinnen und Schüler, auch im inklusiven Physikunterricht, physikalische Inhalte im Sinne des Inquiry Based Learning (Bonnstetter, 1998) erwerben (vgl. auch Therrien et al., 2011; Therrien et al., 2013; Irndorfer & Abels, 2017). Dabei wurden in den meisten Fällen die Methoden *Student Directed Inquiry* (Bonnstetter, 1998) bzw. in einem Fall *Guided Inquiry* (ebd.) und *Student Research* (ebd.) verwendet. Anders als bei Therrien et al. (2011) bzw. Therrien et al. (2013) kann jedoch kein Vergleich angestellt werden, inwiefern die experimentelle Vorgehensweise des Inquiry Based Learnings zu höheren Effekten im Hinblick auf den Kompetenzzuwachs führt als andere Vorgehensweisen (z.B. Textbucharbeit oder traditioneller Frontalunterricht wie bei ebd.). Dies war jedoch vom Projekt auch gar nicht intendiert, da es um eine duale Förderung von Bildungs- und Entwicklungsauftrag geht, wobei sich Textbucharbeit oder traditioneller Frontalunterricht eher nicht zur Förderung sozialer Kompetenzen eignen (vgl. Slavin, 1995).

Gleichzeitig kann jedoch im Hinblick auf den Inhalt Mondphasen festgehalten werden, dass eine Erarbeitung im Sinne des *Student Directed Inquiry* (Bonnstetter, 1998) bei diesem Inhalt als recht komplex erscheint. Dies zeigen sowohl die Ergebnisse des 2. Mesozyklus als auch die Aussage einer Lehrkraft im 1. Mesozyklus. Durch die vorgenommenen Veränderungen vom 2. zum 3. Mesozyklus – das Experiment zu Mondphasen wurde nicht mehr im Sinne des *Student Directed Inquiry* (Bonnstetter, 1998), sondern als *Guided Inquiry* (ebd.) realisiert und es wurde ein Feedback-Quiz' (vgl. Abschnitt 9.5.2.5) eingeführt, bei dem die erhobenen Präkonzepte der Lernenden als Distraktoren genannt wurden – kam es zu einem signifikant höheren Lernerfolg. Entsprechend bietet es sich an bei der Erarbeitung des komplexen Inhalts der Mondphasen (Brunsell und Marcks, 2007) eine stärkere Steuerung durch das Material im Sinne des *Guided Inquiry* (Bonnstetter, 1998) vorzunehmen und dies mit einem Feedback-Quiz zu verbinden, wobei Feedback nach Hattie (2013) ein entscheidender Faktor für Lernerfolg ist.

Die Ergebnisse der qualitativen Auswertung der Schülervorstellungen im Post-Test des 2. Mesozyklus haben ferner gezeigt, dass es häufig zu Verwechslungen bei Erklärungen der Sonnen- und Mondfinsternis kommt. Entsprechend erschien es sinnvoll, diese beiden Inhalte nicht mehr in einem Experiment zu thematisieren, sondern sie voneinander zu trennen. Die Ergebnisse zeigen, dass diese Veränderung – zusätzlich zur Einführung des Feedback-Quiz' – zu einem signifikant höheren Kompetenzzuwachs im Zusammenhang mit dem Inhalt Sonnen- und Mondfinsternis führt. Somit bietet es sich bei der selbstständigen Erarbeitung der Inhalte Sonnen- und Mondfinsternis an eine stärkere experimentelle Trennung zwischen den beiden Phänomenen vorzunehmen und die Erarbeitung zusätzlich mit einem Feedback-Quiz zu verbinden.

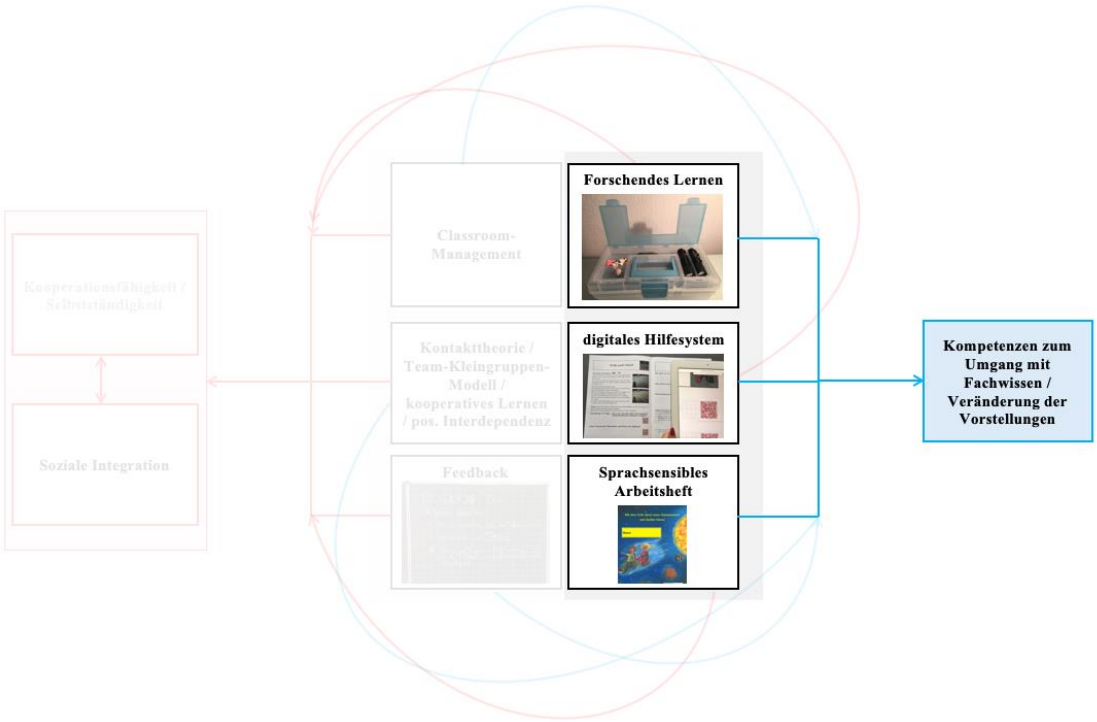


Abbildung 118: Wirkungsweise der Lernumgebung. Physikdidaktische Aspekte und ihre Wirkung auf den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen.

Gleichzeitig hat sich in den einzelnen Mesozyklen gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler beim Forschungsprozess Unterstützung benötigen (Saye & Brush, 2002; Hofstein & Lunetta, 2003; Bell et al., 2005; Scruggs et al., 2008; Schmidt-Borcherding et al., 2013; Abels, 2014; Abels & Puddu, 2014; Abels, 2015a; Klika & Abels, 2016; Puddu, 2017; Hermans et al., 2018). Diese Unterstützung konnte vom digitalen Hilfesystem gegeben werden, wobei sich insbesondere die Verwendung von QR-Codes und Tablets (Küpper et al., 2020b) als positiv herausgestellt hat. Dabei sollte der Fokus sowohl auf inhaltliche, als auch lernstrategische (Franke-Braun, 2008; Stäudel & Wodzinski, 2010; Wodzinski, 2013), sowie sprachliche Hilfen (Tschentscher & Kulgemeyer, 2014; Leisen, 2016; Filusch, 2017; Mathiszik et al., 2018; Hermans et al., 2018; Leisen, 2019) gelegt werden. Weitere Gestaltungskriterien findet man in der Checkliste im Anhang. Insbesondere zeigt eine Betrachtung der Lehrerinterviews, dass für die Lehrkräfte eine für Schülerinnen und Schüler verständliche Sprache eine der wichtigsten Gelingensbedingungen einer Lernumgebung im Hinblick auf den Kompetenzzuwachs im inklusiven Physikunterricht ist (vgl. Leisen, 2019). Hier kann *Leichte Sprache* (Seitz, 2014; Kellermann, 2014; Bock,

2015a; Bock, 2015c; Bredel & Maaß, 2016; Bock, 2017; Schuppener et al., 2018) bzw. *Einfache Sprache* (Bock, 2014; Kellermann, 2014; Bredel & Maaß, 2016) Unterstützung bieten.

Die genannten Aspekte bzw. ihre Wirkungen auf den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen sind in Abbildung 118 dargestellt.

10.3.2 Entwicklungsauftrag

In diesem Abschnitt werden aus den gewonnenen Erkenntnissen heraus *Design Frameworks* (Edelson, 2002) entwickelt und auf diese Weise die Frage „How, when and why does it (not) work?“ (vgl. Cobb et al., 2003) aus Sicht der Förderung des Entwicklungsauftrags in Form von sozialer Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit, beantwortet.

10.3.2.1 Kooperationsfähigkeit (inklusive Hilfsbereitschaft) und Selbstständigkeit

Die Ergebnisse zur Förderung der Kooperationsfähigkeit über alle Mesozyklen hinweg sind nicht eindeutig. Während es im 1. Mesozyklus nicht zu einer Förderung der Kooperationsfähigkeit kam, war dies im 2. Mesozyklus der Fall. Dies kann – zumindest teilweise - auf die Veränderungen in Form der Erhöhung der positiven Interdependenz durch eine zusätzliche Belohnungsinterdependenz und die Einführung des Regelwerks als Stärkung des Kriteriums Legitimation durch Autorität Allport (1971; 1979), sowie einem Verstärkersystem im Sinne des Classroom-Managements zurückgeführt werden. Dies entspricht den Ergebnissen, dass Classroom-Management SEL unterstützt (Zins et al., 2004; Jennings & Greenberg, 2009; Evertson & Emmer, 2012; Schwab & Elias, 2015; Korpershoeck et al., 2016; Leidig, 2019; Leidig et al., 2020) und dass positive Interdependenz zu einer besseren Kooperation und höheren Hilfsbereitschaft führt (Slavin, 1993; Slavin, 1995; Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005). Entsprechend scheint es so, dass – wenn man die Kooperationsfähigkeit fördern will – insbesondere die positive Interdependenz und das Classroom-Management (inklusive Regelwerk und Verstärkersystem) eine entscheidende Rolle spielen. Gleichzeitig kann in Anlehnung an Jenkins und O’Conner (2003) formuliert werden, dass diese Kriterien einer Lernumgebung nicht notwendigerweise zu einer Förderung der Kooperationsfähigkeit führen. Insbesondere ist im Sinne des Angebots-Nutzungs-Modells von Helmke (2012) Unterricht als ein Angebot, das „nicht notwendigerweise direkt zu Wirkungen [...] führt, sondern seine Wirksamkeit hängt von zweierlei Typen von vermittelnden Prozessen auf Schülerseite ab: (1) davon, ob und wie Erwartungen der Lehrkraft und unterrichtliche Maßnahmen von den Schülerinnen und Schülern überhaupt wahrgenommen werden und wie sie interpretiert werden, sowie (2) ob und zu welchen motivationalen, emotionalen und volitionalen (auf den Willen bezogenen) Prozessen sie auf Schülerseite führen“ (ebd., S. 71) zu verstehen.

Gleichzeitig muss in diesem Zusammenhang die Förderung emotionaler und sozialer Kompetenzen beachtet werden, dass nach Lösel und Beelmann (2003) bzw. Sklad et al. (2012) Interventionen zum SEL höhere Effekte erzielen, wenn sie früh im Verlauf der Entwicklung durchgeführt werden. Dies ist offensichtlich bei Lernenden in der Orientierungsstufe, die sich im Übergang von der mittleren Kindheit in die frühe Adoleszenz befinden (Berk, 2011), nicht der Fall, sodass von geringeren Effektstärken ausgegangen werden kann, als z.B. in der Grundschule (vgl. auch Ferreira-González, 2019). Darüber hinaus muss beachtet werden, dass sich die Effekte von Programmen zur

Förderung von emotionalen und sozialen Kompetenzen nach Sklad et al. (2012) teilweise erst mit einem zeitlichen Abstand erfassen lassen.

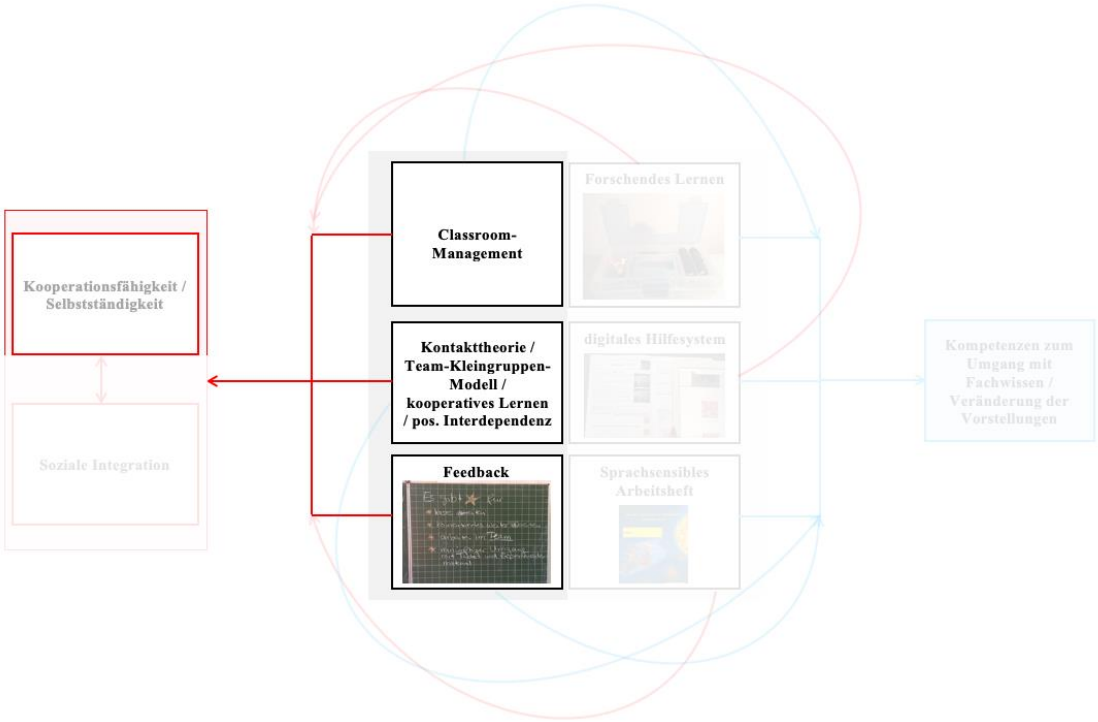


Abbildung 119: Wirkungsweise der Lernumgebung. Allgemeindidaktische Aspekte und ihre Wirkung auf die Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit.

Die Selbstständigkeit der Lernenden in der Lernumgebung kann, aus allgemeindidaktischen Aspekten, einerseits auf das digitale Hilfesystem (vgl. Abschnitt 9.5.2.6) und andererseits auf die gegenseitige Unterstützung der Lernenden im Sinne des Team-Kleingruppen-Modells (Schulz-Wensky, 1996) bzw. kooperativen Lernens (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019) zurückgeführt werden. Durch die, von den Lehrkräften berichtete, gegenseitige Unterstützung ist ein permanentes Nachfragen bei der Lehrkraft, wie es häufig bei Schülerinnen und Schülern der Orientierungsstufe der Fall ist (MESO1_SIH_UK 0.1; Schulz-Wensky, 1996), nicht bzw. weitaus weniger notwendig. Darüber hinaus spielen auch das Classroom-Management bzw. das Regelwerk eine entscheidende Rolle. Die Lernenden haben sich – mit der Zeit – an die Regel *Bei Fragen benutze ich erst die Hilfekarten oder frage die Schüler an meinem Gruppentisch. Erst danach frage ich die Lehrkraft* (ZU_RRK_UK 2.5; ZU_RRK_UK 3.5; ZU_RRK_UK 4.5) gewöhnt und selbstständiger gearbeitet. Gleichzeitig spielt hierbei – im Sinne des Classroom-Managements – insbesondere Reaktion der Lehrkraft auf Fragen und inwiefern sie auf die Regel verweist oder die Fragen der Lernenden direkt beantwortet (vgl. auch MESO1_S_UK 2.2) eine entscheidende Rolle.

10.3.2.2 Soziale Integration

Wie im Abschnitt 10.2.2.2 beschrieben wurde, bietet die Lernumgebung grundsätzlich das Potenzial der Förderung der sozialen Integration. Dabei wurde die Lernumgebung unter

Berücksichtigung der Kontakttheorie (Allport, 1971; 1979) und den Bedingungen des kooperativen Lernens (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019) entwickelt. Insbesondere konnte hierbei durch einen Vergleich zwischen den Daten im 1. und 2. Mesozyklus gezeigt werden, dass die Veränderungen in Form der Erhöhung der positiven Interdependenz durch eine zusätzliche Belohnungsinterdependenz und die Einführung des Regelwerks als Stärkung des Kriteriums Legitimation durch Autorität (Allport 1971; 1979), sowie einem Verstärkersystem im Sinne des Classroom-Managements zu einer signifikanten Verbesserung der sozialen Integration in Form von vergebenen Wahlen kommt. Diese Ergebnisse entsprechen den Aussagen bei Johnson et al. (1983), Madden und Slavin (1983), Lew et al. (1986), Stevens und Slavin (1995), Roseth et al. (2008) bzw. Garrote et al. (2017). Entsprechend erscheint es im Sinne von Ewald und Huber (2016), dass „Positive Interdependenz [...] das entscheidende Kriterium [ist], durch das eine Beziehung ‚unter die Oberfläche geht' und durch das Vorurteile vermieden bzw. tatsächlich abgebaut werden" (ebd., S. 72; vgl. auch Johnson et al., 1983). Gleichzeitig kann in dieser Studie nicht beurteilt werden, inwiefern die Kombination der Veränderungen, oder einzelne Veränderungen für die stärkere Förderung der sozialen Integration verantwortlich sind. Es lässt sich jedoch formulieren, dass eine stärkere Berücksichtigung von Ziel- und Belohnungsinterdependenz (inklusive dem entstehenden Wettbewerb zwischen den Kleingruppen), sowie Classroom-Management (Regelwerk und Verstärkersystem) in einer auf der Kontakttheorie aufgebauten Lernumgebung im inklusiven Physikunterricht zu einer Verbesserung der sozialen Integration führen kann. Insbesondere kommt es auf die Weise zu weniger externalisierendem Verhalten (vgl. auch Johnson & Johnson, 1999) bzw. einem besseren Arbeits- bzw. Sozialverhalten der Lernenden (vgl. auch Zins et al., 2004; Jennings & Greenberg, 2009; Evertson & Emmer, 2012; Schwab & Elias, 2015; Korpershoeck et al., 2016; Leidig, 2019; Leidig et al., 2020), was sich wiederum positiv auf die soziale Integration auswirkt. Weitere Aspekte, die sich aus Sicht der Lehrkräfte positiv auf die soziale Integration auswirken sind eine gemeinsame hohe Motivation in der Kleingruppe (MESO1_SIH_UK 3.3 und MESO2_SIH_UK 3.3) und inwiefern sich die Lernenden auf Gruppennormen einlassen können (MESO2_SIH_UK 3.8). Gleichzeitig verbessert sich nicht die soziale Integration aller Lernenden durch die Lernumgebung. Wie auch bei Putnam et al. (1996) bzw. Jenkins und O'Conner (2003) wurden einzelne Lernende aus ihren Kleingruppen trotz weitestgehender Erfüllung der Kontaktbedingungen (Allport, 1971; 1979; Huber, 2019) und der Kriterien des kooperativen Lernens (Johnson & Johnson, 1999; Johnson et al., 2005; Johnson & Johnson, 2008; Green & Green, 2005; Konrad & Traub, 2019) sozial ausgeschlossen. Somit lässt sich auch für diese Studie in Anlehnung an Putnam et al. (1996) formulieren, dass eine Lernumgebung im Sinne der Kontakttheorie bzw. der Kriterien kooperativen Lernens nicht notwendigerweise zu mehr Akzeptanz von allen Schülerinnen und Schülern führt – sie führt allerdings eher zu einer Verbesserung der sozialen Integration als traditioneller NW- bzw. Physikunterricht.

Gründe dafür, dass sich die soziale Integration nicht verbessert können in den externalisierenden Verhaltensweisen (MESO1_SIH_UK 2.6, MESO2_SIH_UK 2.6) und einer geringeren Motivation (MESO1_SIH_UK 2.2, MESO2_SIH_UK 2.2) der nicht-integrierten Lernenden gesehen werden. Ferner spielt die unterschiedliche Arbeitsgeschwindigkeit in der Kleingruppe eine entscheidende Rolle für den sozialen Ausschluss, wobei dieser Aspekt allein durch gestufte Hilfen (Wodzinski, 2013) und Tempoaufgaben nicht vollständig aufgelöst werden kann. Entsprechend ist auch das Lern- und Arbeitsverhalten der Lernenden entscheidend.

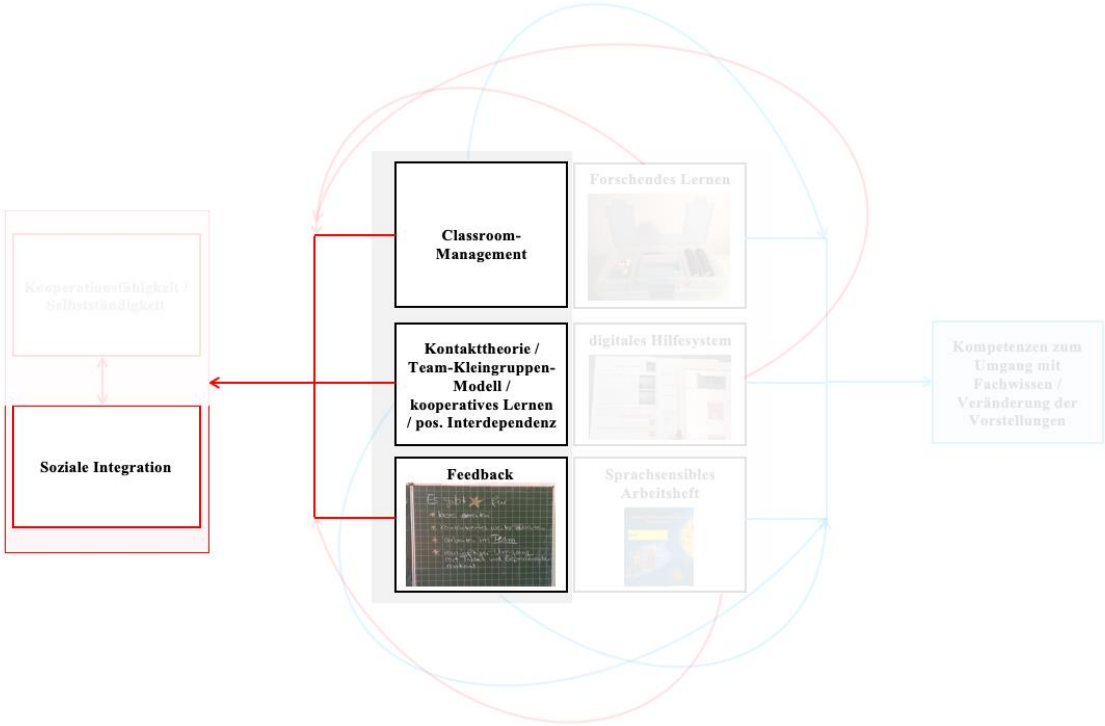


Abbildung 120: Wirkungsweise der Lernumgebung. Allgemeindidaktische Aspekte und ihre Wirkung auf die soziale Integration.

Wichtige Aspekte für den sozialen Ausschluss aus der Kleingruppe sind darüber hinaus fehlende soziale Kompetenzen (MESO 1_SIH_UK 2.4, MESO2_SIH_UK 2.4) bzw. ein Nicht-Einlassen auf die Kleingruppe (MESO1_SIH_UK 2.5, MESO2_SIH_UK 2.5) – vgl. auch Sozial-Kompetenz-Defizit Modell nach Asher et al. (1982), welches davon ausgeht, dass dem sozial ausgegrenzten Kind soziale Kompetenzen fehlen (Asher et al., 1982; Huber, 2019). Gleichzeitig können soziale Kompetenzen der Gruppenmitglieder den sozialen Ausschluss verringern (MESO2_SIH_UK 3.7). Somit ist es, wie auch bei Mikami et al. (2013) bzw. Huber (2019), notwendig nicht nur die soziale Kompetenz der ausgeschlossenen Lernenden zu betrachten, sondern ebenso die soziale Kompetenz der integrierenden Peergroup zu berücksichtigen bzw. zu fördern.

10.3.3 Vernetzung von Bildungs- und Entwicklungsauftrag

Bisher wurde die Förderung des Bildungsauftrags auf physikdidaktische Aspekte und die Förderung des Entwicklungsauftrags auf allgemeindidaktische Aspekte entsprechend der Kapiteleinteilung im Theorieteil dieser Arbeit präsentiert. Gleichzeitig bedingen, wie die Ergebnisse zeigen, auch die physikdidaktischen Aspekte den Entwicklungsauftrag und die allgemeindidaktischen Aspekte den Bildungsauftrag. Die Zusammenhänge sind graphisch in der – nun vollständigen – Abbildung 121 dargestellt. Rot steht dabei jeweils für den Entwicklungsauftrag und blau für den Bildungsauftrag.

Der Einfluss von Classroom-Management, Kontakttheorie, Team-Kleingruppen-Modell, kooperativem Lernen inklusive positiver Interdependenz und Feedback auf die Kooperationsfähigkeit, Selbstständigkeit und soziale Integration wurde bereits in Abschnitt 10.3.2.1 bzw. 10.3.2.2 begründet. Gleichzeitig kann davon ausgegangen werden, dass das Forschende Lernen bzw. das Experimentieren einen Einfluss auf die soziale Integration hat

(vgl. MESO1_SIH_UK 3.1, MESO2_SIH_UK 3.1), wobei vorher in den Übungs- und Anwendungsphasen ausgeschlossene Lernende (teilweise) nicht mehr ausgeschlossen sind. Diesbezüglich kann jedoch auch davon ausgegangen werden, dass auch die Regel *‚Bei Experimenten arbeiten wir immer im Team. Keiner wird ausgeschlossen'* und das Verstärkersystem einen positiven Einfluss haben.

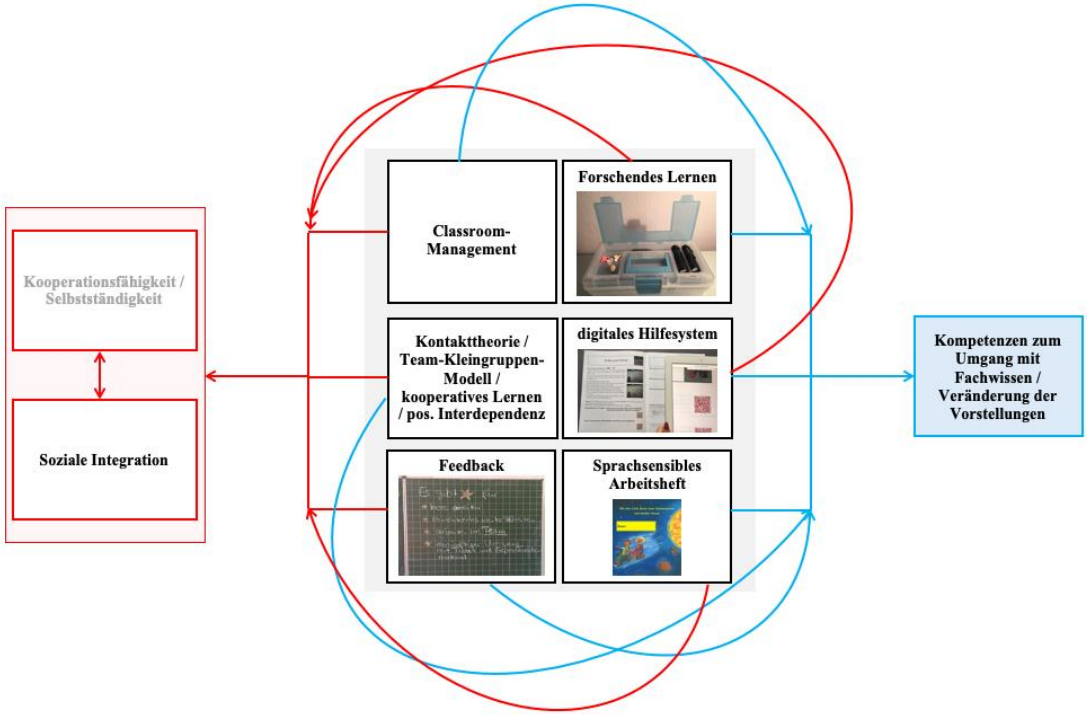


Abbildung 121: Wirkungsweise der Lernumgebung. Physik- und allgemeindidaktische Aspekte und ihre gegenseitige Wirkung auf die soziale Integration, Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit, sowie den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen.

Das digitale Hilfesystem hat wiederum einen Einfluss auf die Selbstständigkeit der Lernenden. Wie bei den analogen Lernhilfen bei Wodzinski (2013) können die Lernenden in der Lernumgebung im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht aus Sicht der Lehrkräfte selbstständiger arbeiten und stellen kaum Fragen an die Lehrkräfte. Auch die videographierten Experimente deuten auf ein sehr selbstständiges Arbeiten hin. Gleichzeitig haben sich im Laufe des 1. und 2. Mesozyklus Schwierigkeiten ergeben, die der selbstständigen Erarbeitung bzw. der Förderung der Selbstständigkeit entgegenwirken. Einige dieser Schwierigkeiten sind in der folgenden Übersicht dargestellt:

- *Schwierigkeit:* Problem mit dem Finden der richtigen Hilfestellung bei mehreren Aufgaben (MESO1_S_UK 4.2): *Lösung:* QR-Codes und Realisierung als digitales Hilfesystem in Form einer Website.
- *Schwierigkeit:* Fachwörter wie Vermutung, Durchführung oder Beobachtung sind den Lernenden unbekannt und führen zur Verwirrung (MESO1_S_UK 5.1): *Lösung:* Erklärungen für die Fachbegriffe in das digitale Hilfesystem integrieren.
- *Schwierigkeit:* Die Lernenden verstehen die Problemstellung im Forschungsprozess bzw. die Aufgabenstellung nicht (MESO1_S_UK 4.2 bzw. MESO1_S_UK 5.4): *Lösung:* Umformulierung der Problemstellung in *Leichter Sprache* (Seitz, 2014;

Kellermann, 2014; Bock, 2015a; Bock, 2015c; Bredel & Maaß, 2016; Bock, 2017; Schuppener et al., 2018; vgl. auch Mathiszik et al., 2018; Rott, 2018).

- *Schwierigkeit:* Überforderung der Lernenden (MESO1_S_UK 5.3): *Lösung:* Unter anderem mehr fachliche Hinweise.
- *Schwierigkeit:* Die Lernenden lesen die Aufgabenstellung nicht richtig (MESO2_S_UK 4.2): *Lösung:* Hinweise im digitalen Hilfesystem zum erneuten Lesen der Aufgabenstellung.

Es gilt diese Schwierigkeiten explizit zu berücksichtigen, wenn Lernende mit einem derart gestalteten digitalen Hilfesystem arbeiten sollen. Insbesondere bietet es sich darüber hinaus an Videos möglicher Experimente zu integrieren.

Ferner wird das digitale Hilfesystem auch genutzt, um die Kooperationsfähigkeit der Lernenden zu fördern, indem explizit darauf hingewiesen wird, dass die Lernenden sich gegenseitig bei Fragen unterstützen sollen. Inwiefern diese Hinweise nützlich sind, kann jedoch aus den Daten heraus nicht bewertet werden.

Darüber hinaus zeigen die Lehrerinterviews im 1. Mesozyklus und 2. Mesozyklus, dass eine zu komplexe Sprache der Selbstständigkeit der Lernenden entgegenwirkt (vgl. MESO1_S_UK 4.3, MESO2_S_UK 4.6, MESO2_S_UK 4.7 bzw. MESO2_S_UK 5.1). In diesem Sinne kann *Leichte Sprache* (Seitz, 2014; Kellermann, 2014; Bock, 2015a; Bock, 2015c; Bredel & Maaß, 2016; Bock, 2017; Schuppener et al., 2018) bzw. *Einfache Sprache* an (Bock, 2014; Kellermann, 2014; Bredel & Maaß, 2016) zu einem selbstständigeren Arbeiten bzw. einer Förderung der Selbstständigkeit beitragen (vgl. Bergelt et al., 2016; Schuppener et al., 2018).

Gleichzeitig dürfte in Anlehnung an Garrote und Dessemontet (2015) die gegenseitige Unterstützung der Lernenden einen positiven Einfluss auf die soziale Integration haben. Entsprechend wurde in Abbildung 121 ein Pfeil zwischen Kooperationsfähigkeit / Selbstständigkeit und sozialer Integration gezeichnet. Aus den Daten lässt sich dieser Zusammenhang jedoch nicht direkt entnehmen.

Der Einfluss von Forschendem Lernen, dem digitalen Hilfesystem und dem sprachsensiblen Arbeitsheft auf den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen und die Veränderungen von Vorstellungen, wurden bereits in Abschnitt 9.3.5.2 begründet. Gleichzeitig kann davon ausgegangen werden, dass das Team-Kleingruppen-Modell bzw. das kooperative Lernen in der Lernumgebung ebenfalls einen Einfluss auf den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen haben (für Team-Kleingruppen-Modell: Schlömerkemper, 1987; Schulz-Wensky, 1996; für kooperatives Lernen: Johnson et al., 1989; Stevens & Slavin, 1995; Slavin, 1993; Slavin, 1995; Johnson et al., 2000; Marzano, 2000; Marzano, 2003; Johnson et al., 2005; Ginsburg-Block et al., 2006; Roseth et al., 2008; Hattie, 2013; Garrote et al., 2017; Konrad & Traub, 2019). Insbesondere durch die – aus der positiven Interdependenz resultierende Hilfsbereitschaft der Lernenden – konnten einzelne Lernende Aufgaben bearbeiten, die ansonsten für sie kaum zu bearbeiten wären (vgl. z.B. MESO2_SiH_OK 5). Entsprechend profitieren die Lernenden mit den am stärksten externalisierenden Verhaltensweisen durch das Design der Lernumgebung bezogen auf den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen (vgl. auch Küpper et al., 2020c). Gleichzeitig kann – in Anlehnung an Tateyama-Sniezek (1990) und McMaster und Fuchs (2002) bzw. Sutherland et al. (2002) – nicht formuliert werden, dass alle Lernenden vom kooperativen Design der Lernumgebung, bezogen auf ihren Kompetenzzuwachs, profitieren. Dies wiederum lässt sich jedoch ebenso über das Angebots-Nutzungs-Modell von Helmke (2012) begründen.

Ferner zeigt sich, dass ebenso das Classroom-Management unter anderem in Form eines Regelwerks und eines Verstärkersystems einen (indirekten) Einfluss auf den Kompetenzzuwachs in der Lernumgebung hat (Helmke, 2012; Hattie, 2013; Korpershoeck et al., 2016). So konnte beispielsweise im 2. Mesozyklus keine Aussage mehr codiert werden, dass die Lernenden häufig Blödsinn mit den Sprühflaschen machen, sich also weitestgehend an die Regel *Die Experimentier-Materialien benutze ich nur für die Durchführung der Experimente* halten und sich somit mehr auf die physikalischen Inhalte fokussieren können.[195] Dies wiederum erhöht die aktive Lernzeit und damit den Lernerfolg (Fricke & Fischer, 2013; Hattie, 2013).

10.4 Methodenkritik

10.4.1 Forschungsmethodisches Vorgehen

Der DBR-Ansatz, der grundlegend für das beschriebene Forschungsvorhaben ist, verfolgt das Ziel Probleme aus bzw. in der Praxis aufzugreifen und sowohl eine theoriebasierte, praktische Lösung in aufeinanderfolgenden Zyklen zu entwickeln und gleichzeitig die (Weiter-)Entwicklung lokaler Theorien zur Schulpraxis zu gewährleisten (van den Acker, 1999; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Reinmann, 2005; Plomp, 2010; Prediger et al., 2012; Wilhelm & Hopf, 2014; Rott & Marohn, 2016; Reinmann, 2017; Bresges, 2018; Britz, 2018; Rott, 2018; Kolbeck, 2019). Dabei weist der DBR-Ansatz auch Probleme auf. Diese Aspekte sollen im Folgenden kritisch betrachtet werden.

Beim DBR ist es erlaubt mehrere Veränderungen von einem Mesozyklus zum anderen Mesozyklus vorzunehmen. Entsprechend ist eine Variablenkontrolle kaum bis gar nicht möglich (Plomp, 2010) bzw. bringt Probleme mit sich (Britz, 2018). Folglich wurde auch in diesem Forschungsprojekt keine systematische Variablenvariation vorgenommen. Damit ist jedoch auch die Beschreibung von Ursache und Wirkung, wie sie von Bresges (2018) gefordert wird, schwierig (Rohrbach-Lochner, 2019 nach Kolbeck, 2019). Um dennoch (lokale) Theorien aufzustellen zu können, wird beim DBR im Sinne eines Mixed-Methods-Ansatzes eine große Menge an Daten erhoben (Wilhelm & Hopf; Kolbeck, 2019). Dies wiederum stellt kleine Forschungsgruppen bei der Evaluation vor große Herausforderungen und ist kaum leistbar (van den Acker, 1999). Folglich gilt es die Datenmengen zu reduzieren (Collins et al., 2004). Die Auswahl entsprechender Erhebungsinstrumente und Variablen sollte somit begründet und reflektiert werden (Rott, 2018). Auch stellt sich das Problem der Generalisierbarkeit der DBR-Erkenntnisse (van den Akker, 1999; Collins et al., 2004). Entsprechend sind die gewonnenen Erkenntnisse in dieser Studie auf die konkrete Lernumgebung beschränkt. Es gilt in kommenden Schritten die Konzeption der Lernumgebung auf andere Inhalte, Schulformen und gegebenenfalls auch Fächer zu erweitern und weiterführende Erkenntnisse zu gewinnen mit dem Ziel die lokalen Theorien zu generalisieren.

In der beschriebenen Studie wurde unter anderem ausgehend von der „Förderzieldefinition: Inklusion ist die Förderung von Schulleistungen und anerkennenden Beziehungen zwischen den Klassenkameradinnen und Klassenkameraden sowie zu Lehrkräften“ (Grosche, 2015, S. 33), der „Präventionsdefinition: Inklusion ist die gezielte Förderung zur Verhinderung eskalierender Lernverläufe bereits vor dem Auftreten von Lernrückständen“ (ebd., S. 34), dem von Forness et al. (2012) beschriebenen „service gap“ (ebd., S. 3) im

[195] Lediglich die Taschenlampen werden noch genutzt, um sich gegenseitig zu Blenden.

Zusammenhang mit dem Begriff Förderbedarf emotionale und soziale Entwicklung und der Tatsache, dass die Diagnostik für den sonderpädagogischen Förderbedarf nach Grosche (2015) nicht standardisiert, subjektiv und fehleranfällig ist, die Schülergruppe mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen gewählt. Hierbei wurden in Ablehnung an die Prävalenzraten (vgl. Schulte-Markwort, 2004; Ihle und Esser, 2008; Myschker, 2009; Hölling et al., 2014; Klasen et al., 2017) etwa 20% der Lernenden mit den höchsten Summenscores in der ITRF (Casale et al., 2019) in diese Gruppe eingeteilt. Dieses Vorgehen kann dahingegen kritisiert werden, dass im Vergleich zu den Studien zur Ermittlung der Prävalenzraten (vgl. Schulte-Markwort, 2004; Ihle und Esser, 2008; Myschker, 2009; Hölling et al., 2014; Klasen et al., 2017) die Stichprobe nicht repräsentativ ist und entsprechend nicht abschließend geklärt werden kann, ob tatsächlich 20% der Schülerinnen und Schüler in den Lerngruppen starke externalisierende Verhaltensweisen zeigen. Gleichzeitig war eine Verwendung anderer Erhebungsverfahren, für die Normdaten vorliegen, aufgrund ökonomischer Aspekte nicht durchführbar (vgl. Abschnitt 9.1.3.2).

Ferner bleiben bei der Fokussierung auf externalisierende Verhaltensweisen andere Störungsbilder (z.B. internalisierende Gefühls- und Verhaltensstörungen (Ihle & Esser, 2008; vgl. auch Ferreira-González, 2019), aber auch andere Formen der Heterogenität unberücksichtigt bzw. werden weniger stark in den Fokus genommen, wie dies z.B. von Boban und Hinz (2003) gefordert wird. Die Fokussierung auf Lernende mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen, wurde jedoch im Abschnitt 3.1 ausführlich begründet und erscheint, unter Berücksichtigung der Ziele der entwickelten Lernumgebung, angemessen.

Während in den ersten beiden Mesozyklen ein Pre-Post-Design genutzt wurde, konnte im dritten Mesozyklus auf eine Quasi-experimentelles Design (vgl. Rost, 2013) zurückgegriffen werden. Entsprechend können bei den ersten beiden Mesozyklen zwar Veränderungen festgestellt werden, es kann aber nicht zweifelsfrei bestimmt werden, ob diese Veränderungen durch die Implementation bedingt sind.

Gleichzeitig haben „von den Lehrpersonen vorgenommene Programmabweichungen – etwa aufgrund von speziellen Lehrstilen, persönlichen Präferenzen oder abweichenden Überzeugungen – Auswirkungen auf die Implementierungsgüte“ (Reicher & Matischek-Jauk, 2018, S. 259). Durch Anwesenheit des Autors dieser Arbeit im Unterricht, sollten Programmabweichungen weitestgehend vermieden werden. Gleichzeitig konnte aufgrund von zeitgleich stattfindendem Unterricht nicht jede Unterrichtsstunde beobachtet werden.

Zur Evaluation des Arbeits- und Sozialverhaltens, sowie von Veränderungen in der sozialen Integration, wurde ein Quasi-experimentelles Design im dritten Mesozyklus genutzt. Entsprechend wurde im Sinne des Evidenzmodells des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (2011) die dritte Evidenzstufe wissenschaftlicher Studien erreicht.[196] Auf eine Randomisierung (vgl. Rost, 2013) wurde dabei aus organisatorischen Gründen verzichtet. Ferner wurden die Gruppen entsprechend der Wünsche der Lehrkräfte so eingeteilt, dass an einer Schule alle fünf Lerngruppen zeitgleich teilnahmen (vgl. auch Abschnitt 9.5.3.3). Die anderen fünf Lerngruppen aus zwei Schulen wurden somit in die anderen Gruppen eingeteilt. Die Einteilung, welche dieser beiden Gruppen die Experimental- bzw. Kontrollgruppe ist, erfolgte dagegen zufällig. Dennoch können sich bei diesem Vorgehen Probleme bei der Vergleichbarkeit von Experimental- und Kontrollgruppe ergeben. Ferner formuliert Wocken: „Kinder die einzigartig und einmalig

[196] Durch die Lehrerinterviews wurde ferner Evidenzstufe V (Meinung von Experten) berücksichtigt, wobei die Lehrkräfte als Experten ihres Unterrichts gesehen werden können (vgl. auch Ferreira-González, 2019).

sind, kann man nicht miteinander vergleichen“ (Wocken, 2013, S. 130). Insbesondere, wenn man Heterogenität im Sinne des Inklusionsgedankens ernst nimmt, muss die Vergleichbarkeit somit hinterfragt werden. Zwar liegen, z.B. bei der Evaluation der sozialen Integration, im Pre-Test keine signifikanten Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe vor (vgl. Abschnitt 9.5.4.5), gleichzeitig unterscheiden sich die Lernenden jedoch bezüglich ihres Sozialverhaltens signifikant voneinander. Da das Sozialverhalten im Sinne des Sozial-Kompetenz-Defizit Modell nach Asher et al. (1982) ebenfalls Einfluss auf die soziale Integration hat (Huber, 2019), ist die Vergleichbarkeit von Experimental- und Kontrollgruppe zumindest kritisch zu reflektieren. Neben den Unterschieden zwischen den Lernenden in Experimental- und Kontrollgruppe, werden die Lerngruppen ferner auch von unterschiedlichen Lehrkräften unterrichtet.

Gleichzeitig sind die Kontrollgruppen auch nicht unbehandelt (Greenberg, 2004; Urban, 2015), da sie von ihren Lehrkräften Physik- bzw. NW-Unterricht erhielten und es hierbei (vermutlich) – wie es im Sinne des Bildungs- und Erziehungsauftrags der Schule gefordert wird (MSB, 2019b) – ebenfalls zu einer (wenn auch möglicherweise unbewussten) Förderung des Arbeits- und Sozialverhaltens bzw. der sozialen Integration kommt. Um dies jedoch näher zu analysieren, wären Unterrichtsbeobachtungen in den Kontrollgruppen notwendig gewesen (vgl. Urban, 2015). Hierauf wurde aus ökonomischen Gründen verzichtet.

Das entwickelte Concept Inventory, welches ab dem zweiten Mesozyklus genutzt wurde, wurde jeweils nur im Pre-Post-Format genutzt. Dies kann ebenfalls kritisch gesehen werden und sollte reflektiert werden. Die Begründung hierfür liegt darin, dass nur wenige Lehrkräfte gefunden werden konnten, die das Inhaltsfeld – trotz der Nennung im Kernlehrplan (MSB, 2008a; 2013) – tatsächlich in der Jahrgangsstufe 5 bzw. 6 unterrichten. Dies trifft ebenfalls auf einen Teil der Lerngruppen zu, die in die Kontrollgruppe eingeordnet wurden und entsprechend in einem anderen Inhaltsfeld unterrichtet wurden. Folglich wäre ein Einsatz des Concept Inventories nicht sinnvoll bzw. ökonomisch gewesen. Da in den Kernlehrplänen der anderen Fächer keine ähnlichen Inhalte, wie im Projekt berücksichtigt, genannt wurden, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich der Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen im Hinblick auf die berücksichtigten Inhalte nicht verändert hat. Dennoch sollte dieser Aspekt in Folgestudien beachtet werden.

Ferner muss kritisch angemerkt werden, dass es sowohl bei der Erhebung von Lern- und Arbeitsverhalten, sozialer Integration, als auch dem Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen keinen Follow-up-Test gab. Dies ist insbesondere bezogen auf die Förderung sozialer Kompetenzen von Nachteil, weil nur auf diese Weise langfristige Effekte ermittelt werden können (vgl. z.B. Sklad et al., 2012). Insbesondere lassen sich nach Sklad et al. (ebd.) die Effekte von Programmen zur Förderung von emotionalen und sozialen Kompetenzen teilweise erst mit einem zeitlichen Abstand erfassen. Im Rahmen dieser Studie wurde aus ökonomischen Gründen auf Follow-up-Tests verzichtet. In Folgestudien gilt es jedoch dieser Kritik zu begegnen.

10.4.2 Stichprobe, Erhebung(sinstrumente) und Auswertung

Bei der Suche nach geeigneten Lerngruppen, wurden die Schulleitungen bzw. didaktischen Leiterinnen bzw. Leiter aller inklusiv arbeitenden Gymnasien und Gesamtschulen im Köln-Bonner-Raum ca. 5 Monate vor dem Implementationsbeginn des 1. Mesozyklus postalisch angeschrieben. Zusätzlich wurden persönliche Anfragen bei den Lehrkräften, die im Rahmen des inklusiven Physikunterrichts mit dem *Institut für Physikdidaktik* der

Universität zu Köln kooperieren, getätigt. Insgesamt ist die Rückmeldung mit sieben der ca. 40 angeschriebenen Schulen als gering zu bezeichnen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Rückmeldung von drei Schulen erst während des 1. Mesozyklus erfolgte. Diese Schulen konnten somit erst im zweiten Mesozyklus berücksichtigt werden. Die Frage, welche Gründe die Schulen bzw. Lehrkräfte hatten, an der Implementation teilzunehmen, kann nicht beantwortet werden. In Anlehnung an Ferreira-Gonzalez (2019) kann die Vermutung aufgestellt werden, dass ein Grund möglicherweise in einigen Fällen auch an den besonders schwierigen Bedingungen im Hinblick auf das emotionale und soziale Verhalten der Lernenden gesehen werden kann (vgl. auch Humphries et al., 2018).

Die Auswahl der Erhebungsinstrumente folgte im Anschluss an eine ausführliche Literaturrecherche. Im Sinne des Mixed-Methods-Ansatzes, der für DBR-Studien empfohlen wird (DBRC, 2003; Collins et al., 2004; Kohnen, 2012; Wilhelm & Hopf, 2014), wurden sowohl qualitative als auch quantitative Erhebungsinstrumente genutzt. Dies führt jedoch zu dem Problem, dass sich schnell eine große Anzahl an Fragebögen und anderen Erhebungsmethoden ergibt (Wilhelm & Hopf, 2014). Es ist fraglich, inwiefern eine große Anzahl an Fragebögen tatsächlich ernsthaft von den Lernenden beantwortet wird (Wilhelm & Hopf, 2014). Auch Lehrkräfte, die von hoher Stundenzahl belastetet sind (Schaarschmidt, 2005) stelle eine große Menge an Lehrerfragebögen vor beträchtliche Herausforderungen.

Entsprechend galt es die Erhebungsinstrumente weitestgehend zu reduzieren bzw. eine realistische Anzahl an Erhebungsinstrumenten zu verwenden. Dies wiederum führt jedoch zur Problematik, dass „durch die Auswahl und Art des Einsatzes eines Erhebungsinstruments ein Ausschnitt der Realität bestimmt wird, der mit den Daten abgebildet wird, während andere Aspekte zwangsläufig ausgeblendet werden“ (Dinkelaker & Herrle, 2009, S. 21). Somit galt es nach Rott (2018) die Auswahl der Erhebungsinstrumente bzw. Variablen zu begründen und kritisch zu reflektieren.

Da die Auswahl der Erhebungsinstrumente bereits in den Abschnitten 9.1.3.2, 9.3.3.2 bzw. 9.5.3.2 begründet wurde, gilt es in diesem Abschnitt die Erhebungsinstrumente kritisch zu reflektieren. Dabei wurden die schriftlichen Schülerfragebögen FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016), eine Soziometrie und das entwickelte Concept-Inventory genutzt. Als schriftliche Lehrerfragebögen wurden die Kurzversion der ITRF (Casale et al., 2019) und die LSL (Petermann & Petermann, 2013) verwendet. Ferner wurden mit den Lehrkräften qualitative Interviews geführt und in einer Lerngruppe wurden Videoaufnahmen angefertigt (vgl. Tabelle 131).

Die schriftlichen Erhebungsverfahren für die Schülerinnen und Schüler stellen insbesondere Lernende mit geringeren sprachlichen Kompetenzen vor große Herausforderungen, da die Items bzw. Fragestellungen verstanden werden müssen, um sie zu beantworten (Brodersen et al., 2019). Um dieses Problem zu reduzieren, wurden die Items im FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) bzw. die Fragen in der Soziometrie und im Concept Inventory mit den Schülerinnen und Schülern gemeinsam durchgelesen. Unbekannte Wörter wurden besprochen. Dies trifft jedoch nicht auf Fachwörter, wie Mondphasen, im Concept Inventory zu. Diese Fachbegriffe wurden nicht näher erläutert.

Ferner ergibt sich insbesondere bei der Verwendung des FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) das Problem, dass sich die Lernenden für Selbsteinschätzungen genau kennen und einschätzen können müssen (z.B. Haeberlin et al., 1989).

Damit die Schülerinnen und Schüler ehrlich im FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) und der Soziometrie antworten, wurden die Schülertische so weit wie möglich auseinandergestellt. Wenn dies nicht möglich war, wurden Trennwände genutzt. Ferner stellt sich das Problem des Hawthorne-Effekts, wonach „allein das Bewusstsein,

Teilnehmer einer wissenschaftlichen Untersuchung zu sein, Auswirkungen auf die Reaktion des Befragten“ (Bortz & Döring, 2015, S. 250) hat. Zur Reduzierung dieses Problems wurde den Lernenden erläutert, dass es sich nicht um eine Testsituation, wie sie normalerweise in der Schule vorkommt, handelt und, dass es keine richtige bzw. falsche Antwort – insbesondere beim FEESS 5-6 (Rauer & Schuck, 2016) und der Soziometrie – gibt. Durch diese Maßnahmen kann ebenfalls davon ausgegangen werden, dass die Schülerinnen und Schüler im Concept Inventory ihre Vorstellungen geäußert haben und (wenn nur in wenigen Fällen) voneinander abgeschrieben haben.

	Universelles Verhaltens-screening	Soziale Integration	Sozialverhalten (insbesondere Kooperation)	Arbeitsverhalten (insbesondere Selbstständigkeit)
Schülerperspektive	x	FEESS 5-6 / Soziometrie	x	x
Elternperspektive	x	x	x	x
Lehrerperspektive	ITRF	Interview	LSL / Interview	LSL / Interview
Außenperspektive	x	Videographie	x	Videographie

Tabelle 131: Übersicht über die Erhebungsinstrumente zur Evaluation des Entwicklungsauftrags.

Die Lehrerfragebögen ITRF (Casale et al., 2019) und LSL (Petermann & Petermann, 2013) wurden nach einer kurzen Einführung von den Lehrkräften ausgefüllt. Dabei ergeben sich bei Lehrerfragenbögen das Problem der sozialen Erwünschtheit (Schmidt-Atzert & Amelang, 2012). Es wurde versucht dieses Problem zu reduzieren, indem den Lehrkräften explizit mitgeteilt wurde, dass es keine richtige und keine falsche Antwort gibt und dass es, insbesondere im DBR-Ansatz, gerade auf erlebte Probleme im Sinne von Problemanalysen (Edelson, 2002) ankommt.

Ferner fällt es Lehrkräften schwerer das Arbeits- und Sozialverhalten von Schülerinnen und Schülern einzuschätzen als das Leistungsniveau (Stang & Urhahne, 2016). Dies könnte ebenfalls zu Verzerrungen führen und muss entsprechend kritisch betrachtet werden.

Die Übersicht in Tabelle 131 zeigt, dass die Aspekte zum Arbeits- und Sozialverhalten nicht zusätzlich mit Hilfe von Schülerfragebögen evaluiert wurden. Die Begründung liegt darin, dass dies ein zusätzlicher Schülerfragebogen gewesen wäre, wobei keine Möglichkeit besteht die Ernsthaftigkeit des Ausfüllens zu prüfen (vgl. auch Wilhelm & Hopf, 2015). In künftigen Studien sollte dennoch die Schülerperspektive stärker in den Fokus genommen werden. Dies kann beispielsweise durch die Fokussierung auf einzelne Aspekte des Entwicklungsauftrags (Arbeits- oder Sozialverhalten) geschehen.

Ferner kann bezüglich der Evaluation des Entwicklungsauftrags kritisch gesehen werden, dass beim universellen Verhaltensscreening kein zusätzlicher Elternfragebogen genutzt wurde (vgl. Vorgehensweise bei Hölling et al., 2014; Klasen et al., 2017). Aus ökonomischen Gründen wurde hierauf verzichtet. Gleichzeitig sollten auf den NW- bzw. Physikunterricht bezogene externalisierende Verhaltensweisen betrachtet werden und nicht externalisierende Verhaltensweisen im häuslichen Umfeld.

Bezüglich der Durchführung der Lehrerinterviews ist, neben einer möglichen Antwortverfälschung durch sozialen Erwünschtheit (Schmidt-Atzert & Amelang, 2012), das Problem zu nennen, dass die Lehrkräfte häufig nur wenig Zeit für die Interviews hatten. Dies mag ebenfalls dazu geführt haben, dass die Lehrkräfte bestimmte Aspekte im Interview verkürzt dargestellt haben bzw. nicht mitgeteilt haben. Gleichzeitig muss bezüglich der Auswertung beachtet werden, dass das Material unter verschiedenen Foki

(z.B. soziale Integration oder Selbstständigkeit) ausgewertet wurde. Durch die Festlegung dieser Foki bleiben jedoch andere Schwerpunkte unberücksichtigt.

Ferner ist bezüglich der Durchführung der Videographie an dieser Stelle noch einmal, neben der Tatsache, dass die Videos immer nur einen Ausschnitt der Realität zeigen (Dinkelaker & Herrle, 2009), auf Kameraeffekte hinzuweisen. Dies schließt ein, dass sich die Schülerinnen und Schüler vor der Kamera anders verhalten. In Anlehnung an Dinkelaker und Herrle (2009) bzw. Petko et al. (2003) lässt sich jedoch sagen, dass diese Effekte weniger stark sind als erwartet bzw. mit der Zeit kaum bis gar nicht auftreten. Dennoch wurde versucht die Kameraeffekte durch folgende Festlegungen zu reduzieren: (1) Videoaufzeichnungen im Klassenzimmer – im Falle dieser Studie im Physikraum – und nicht in einer den Lernenden nicht vertrauten Situation (Petko et al., 2003; Waldis et al., 2008), (2) So wenig Video- und Audioaufnahmegeräte wie möglich (Waldis et al., 2008), (3) Möglichst unauffälliges bzw. zurückhaltendes Verhalten der die Kameras bedienenden Personen (Petko et al., 2003; Waldis et al., 2008; Dinkelaker & Herrle, 2009). Darüber hinaus wurden die Lernenden und die Lehrkraft darauf hingewiesen, dass sie sich so natürlich wie möglich verhalten sollen.

10.5 Fazit und Ausblick

Ziel dieses Forschungsprojekts war es ausgehend von der Problemstellung, dass Schülerinnen und Schüler mit externalisierenden Verhaltensstörungen einerseits ihre Lehrkräfte im Schulalltag vor große Herausforderungen stellen (Avramidis & Norwich, 2002; Jenkins & O'Conner, 2003; Lindsay, 2007; Myschker, 2009; Meijer, 2010; Reicher, 2010a; Ahrbeck, 2017; Blumenthal et al., 2017; für den naturwissenschaftlichen Unterricht siehe Pepperling, 2017) und eine Förderung bzw. Prävention unabdingbar ist (Brezinka, 2003; Beelmann & Raabe, 2007; Wocken, 2013; Schmeinck & Hennemann, 2014; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015; Hennemann et al., 2017), sowie andererseits, dass diese Schülergruppe im inklusiven Unterricht verstärkt ausgeschlossen wird (von Salisch, 2008; Reicher, 2010a; Ellinger & Stein, 2012; Krull et al., 2014b; Krull et al., 2018) eine Lernumgebung zu entwickeln, die im Sinne des Modells dualer Unterrichtsplanung (vgl. Abschnitt 3.4.2.4), sowohl eine Förderung der Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen (Bildungsauftrag), als auch eine Förderung von Kooperationsfähigkeit bzw. Selbstständigkeit und eine Verbesserung der sozialen Integration (Entwicklungsauftrag) ermöglicht. Diesem Ziel konnte entsprochen werden, wobei die Ergebnisse zur Förderung der Kooperationsfähigkeit und Selbstständigkeit nicht eindeutig, aber dennoch – zumindest teilweise – erfreulich sind. Insbesondere konnten im Sinne des DBR sowohl ein Praxisoutput in Form von Unterrichtsmaterialien (Arbeitsheft, digitales Hilfesystem, Regelwerk, Experimentierkoffer), als auch ein theoretischer Output in mit lokalen Theorien der Form „What works?" (Cobb et al., 2003, S. 12), „How, when and why does it (not) work?" (vgl. ebd. bzw. Abschnitt 7.2.3) erzielt werden.

Als zyklischer Prozess ist ein DBR-Projekt jedoch faktisch nie abgeschlossen. Entsprechend sollen in diesem Abschnitt einige mögliche Veränderungen für ein 3. Re-Design gegeben werden. Im Sinne des *Response-to-Intenvention Ansatzes* (kurz RTI; vgl. Grosche & Volpe, 2013; Blumenttal et al., 2017; Hennemann et al., 2017) könnten neben der Förderung aller Lernenden im Sinne universeller Prävention, durch zusätzliche spezifischere Maßnahmen für einen Teil der Schülerinnen und Schüler in der Lerngruppe (z.B. Lernende unter Risikobedingungen zum Entwickeln externalisierender Verhaltensstörungen) im Sinne selektiver Prävention bzw. durch individuelle Maßnahmen

für einzelne Lernende mit manifestierten externalisierenden Gefühls- und Verhaltensstörungen genutzt werden (ebd.). Beispiele für derartige Maßnahmen können individuelle Verhaltensverträge sein (Grosche & Volpe, 2013; Spilles & Leidig, 2020), wobei die „Auseinandersetzung mit den Klassenregeln und Verhaltenserwartungen [...] auf dieser Stufe intensiviert“ (Hennemann et al., 2017, S. 94) wird. Darüber hinaus bieten sich spezifischere Sozialtrainings an (Grosche & Volpe, 2013; Hennemann et al., 2017), welche jedoch in der Regel nicht im regulären (Physik-)Unterricht stattfinden werden. Ausgangspunkt für die Förderung sind dabei die Ergebnisse universeller Verhaltensscreenings und gleichzeitig gilt es die universellen, spezifischen bzw. individuellen Interventionen regelmäßig auf ihre Wirksamkeit hin zu überprüfen (ebd.).

Darüber hinaus sollte der Fokus verstärkt auf die Vorbereitung der Lehrkräfte gelegt werden, wobei hier insbesondere geeignetes Feedback im Sinne des SULKI-Modells (positives Feedback sollte öffentlich gegeben werden; negatives Feedback eher individuell) (vgl. Huber, 2011; Huber et al., 2015; Huber, 2019) thematisiert werden sollte.

Aus ökonomischen Gründen musste in diesem Projekt eine Auswahl an Erhebungsinstrumenten getroffen (vgl. auch Wilhelm & Hopf; Kolbeck, 2019) bzw. Foki bei der Erhebung bzw. Auswertung festgelegt werden. In einem nächsten Schritt sollten entsprechend zusätzliche Erhebungen angestrebt werden, um auf diese Weise noch stärkere Einblicke in die Realität des inklusiven Physikunterrichts bzw. der Lernumgebung *Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus* zu gewinnen. In diesem Zusammenhang sollte insbesondere auch die Schülerperspektive zur Förderung der Kooperationsfähigkeit bzw. der Selbstständigkeit evaluiert werden, wobei hierzu beispielsweise die Schülereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten (kurz SSL; Petermann & Petermann, 2014) genutzt werden kann. Es gilt – im Sinne eines universellen Verhaltensscreenings (Brezinka, 2003; Beelmann, 2008; Schmeinck & Hennemann, 2014; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2015) – verstärkt alle Schülerinnen und Schüler – und nicht nur die Lernenden mit den am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen – in den Blick zu nehmen. Darüber hinaus sollten verstärkt Follow-up-Tests genutzt werden, um auch die langfristigen Effekte der Lernumgebung zu evaluieren, wie es von Sklad et al. (2012) gefordert wird.

Ferner sollten Folgestudien im Quasi-experimentellen Design den Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen mit dem entwickelten Concept Inventory im Vergleich zwischen Experimental- und Kontrollgruppe erheben, um Vergleiche zwischen dem regulären Unterricht und der Lernumgebung anstellen zu können.

Im Sinne eines Quasi-experimentellen Designs – sei es zum Kompetenzzuwachs zum Umgang mit Fachwissen bzw. Kooperationsfähigkeit, Selbstständigkeit – gilt es darüber hinaus die Geschehnisse in den Kontrollgruppen ebenso näher zu betrachten, da diese Lernenden ebenfalls Physik- bzw. NW-Unterricht erhalten und es in diesem Unterricht – wie es im Sinne des Bildungs- und Erziehungsauftrags der Schule gefordert wird (MSB, 2019b) – zu einer (wenn auch möglicherweise unbewussten) Förderung des Lern- und Arbeitsverhaltens bzw. der sozialen Integration kommen kann (vgl. Urban, 2015). In diesem Zusammenhang formuliert Greenberg (2004):

> „However, in most cases it is not appropriate to label these groups as ‚control‘ groups, as most children in the United States receive some kind of curricular or school-wide interventions to improve behavior and reduce problems […]. Given that there are no ‚true control‘ groups, it is critical for trials to carefully study the experiences and interventions received by the comparison group (ebd., S. 7).

Dieser Aspekt sollte entsprechend in Folgestudien stärker berücksichtigt werden.

Gleichzeitig sollte auch die Rolle der Lehrkraft und die durch die Selbstständigkeit der Lernenden gewonnenen Freiräume in den Blick genommen werden, wobei sowohl die von den Lehrkräften verwendeten „soft scaffolds“ (Saye & Brush, 2002, S. 82), als auch ihr Feedback im Hinblick auf das Lern- und Arbeitsverhalten näher analysiert werden sollten. Da insbesondere das Lehrerfeedback im Sinne der sozialen Referenzierungstheorie (Feinman, 1992) bzw. des SULKI-Modells nach Huber (2019) einen Einfluss auf die soziale Integration hat (Huber, 2011; Huber et al., 2015; Huber, 2019), sollten hier detailliertere Analysen erfolgen. Zur Evaluation eignen sich z.B. Unterrichtsbeobachtungen oder, aufgrund der Wiederholbarkeit der Situation (Waldis et al., 2008), die Methode der Videographie.

Solange jedoch das Grundkonzept die Lernumgebung auf ein Fach bzw. ein Inhaltsfeld beschränkt bleibt, lassen sich die lokalen Theorien nicht generalisieren (vgl. auch van den Akker, 1999; Collins et al., 2004; Prediger et al. 2012). Entsprechend ist es wünschenswert, wenn ähnlich aufgebaute Lernumgebungen mit ähnlichen Zielen in anderen Fächern bzw. für andere Inhaltsfelder entwickelt werden, um auf diese Weise die gewonnenen Erkenntnisse fach- bzw. inhaltsübergreifend vergleichen zu können. Auf diese Weise können allgemeinere Theorien zur dualen Förderung von Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen, Kooperationsfähigkeit, Selbstständigkeit und sozialer Integration entwickelt werden um dem Ziel einer gelungenen Inklusion aller Lernenden im Physik- bzw. Fachunterricht, im Sinne der Förderzieldefinition, der Präventionsdefinition und der Definition der Barrierefreiheit (Grosche, 2015) ein Stück näher zu kommen.

11 Literatur

Abels, S. (2014). Inquiry-Based Science Education and Special Needs – Teachers' Reflections on an Inclusive Setting, *SISYPHUS Journal of Education, 2 (2),* 124-154.

Abels, S. (2015a). Implementing Inquiry-Based Science Education to Foster Emotional Engagement of Special-Needs Students. In M. Kahveci & M. Orgill (Hrsg.), *Affective Dimensions in Chemistry Education* (S. 107-131). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Abels, S. (2015b). Scaffolding inquiry-based science and chemistry education in inclusive classrooms. In N.L. Yates (Hrsg.), *New Developments in Science Education Research* (S. 77-95). New York: Nova Science Publisher.

Abels, S. & Puddu, S. (2014). Inquiry-based learning environments to welcome the diversity of a chemistry class. In C.P. Constantinou, N. Papdouris & A. Hadjigeorgiou (Hrsg.). Science Education Research For Evidence-based Teachering and Coherence in Learning, Proceedings of the ESERA 2013 Conference (S. 2200-2208). Zugriff am 01.07.2019. Verfügbar unter https://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/esera-2013#strand-12

Abels, S. & Koliander, B. (2017). Forschendes Lernen als Beispiel eines inklusiven Ansatzes für den Fachunterricht. In B. Schörkhuber, M. Rabl & H. Svehla (Hrsg.), *Vielfalt als Chance – Vom Kern der Sache* (S. 53-60). Wien: Lit-Verlag.

Ahrbeck, B. (2017). Schulische Inklusion, *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 31(1),* 5-11.

Albers, S., Flott-Tönjes, U., Oberlack, S., Ross-Boelhauve, R., Schumacher, H., Thamm, J., Widlak, C., Witt, H. (2010). Förderzielorientierte Unterrichtsplanung. In Verband Sonderpädagogik Landesverband NRW (Hrsg.), *Fördern planen – Förderzielorientierter Unterricht auf Basis von Förderplänen* (S. 12-71). Gladbeck: D&G druck+graphik manumedia gmbh.

Allport, G. (1971). *Natur des Vorurteils*. Köln: Kiepenheuer u. Witsch.

Allport, G. (1979). *The Nature of Prejudice – 25th Anniversary Edition*. New York: Basic Books.

Arnold, J., Kremer, K. & Mayer, J. (2017). Scaffolding beim Forschenden Lernen – Eine empirische Untersuchung zur Wirkung von Lernunterstützungen, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 23,* 21-37.

Asher, S.R., Renshaw, P.D. & Hymel, S. (1982). Peer relations and the development of social skills. In S.G. Morre & C.R. Cooper (Hrsg.), *The Young Child* (S.137-158). Washington D.C.: National Association for the Education on Young Children.

Avramidis, E. & Norwich, B. (2002). Teachers' attitudes towards integration/inclusion: a review of literature, *European Journal of Special Needs Education, 17 (2),* 129-147.

Baadte, C. & Schnotz, W. (2012). Die Gestaltung von multimedialen Lernmaterialien – das Verstehen von Texten mit Bildern, *Weiterbildung, 8,* 35-37.

Banchi, H. & Bell, R. (2008). THE MANY LEVELS OF Inquiry, *Science and Children, 46 (2),* 26-29.

Barab, S. A., K. E. Hay, Barnett, M. & Keating, T. (2000). Virtual Solar System Project: Building Understanding through Model Building, *Journal of Research in Science Teaching, 37 (7),* 719 – 756.

Barkmann, C. & Schulte-Markwort, M. (2004). Prävalenz psychischer Auffälligkeit bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – ein systematischer Literaturüberblick, *Psychiatrische Praxis, 31*, 278-287.

Barnett, M. & Morran, J. (2002). Addressing Children's Alternative Frameworks of the Moon's Phases and Eclipses, *International Journal of Science Education, 24 (8)*, 859-879

Baumgartner, P. & Herber, E. (2013). Höhere Lernqualität durch interaktive Medien? – Eine kritische Reflexion, *Erziehung & Unterricht, 3/4*, 1-12.

Baumgarten, F., Klipker, K, Göbel, K., Janitza, S. & Hölling, H. (2018). Der Verlauf psychischer Auffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen – Ergebnisse der KiGGS-Kohorte, *Journal of Health Monitoring, 3 (1),* 60-64.

Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events, *International Journal of Science Education, 11*, 502–513.

Bear, G. G. (2015). Preventive and Classroom-Based Strategies. In E. Emmer & E.J. Sabornie (Hrsg.), *Handbook of Classroom-Management* (S.15-39). New York: Routledge.

Beauftragte der Bundesregierung für die Belange von Menschen mit Behinderungen (2017). Die UN-Behindertenrechtskonvention - Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen. Zugriff am 09.10.2019. Verfügbar unter https://www.behindertenbeauftragte.de/SharedDocs/Publikationen/UN_Konvention_deutsch.pdf?_blob=publicationFile&v=2.

Beckermann, T. (2014). Lernen in der Hand haben – Mobiles Lernen als Möglichkeit zur Unterstützung von Inklusionsprozessen, *Computer + Unterricht, 94*, 40-41.

Beelmann, A., Pfost, M. & Schmitt, C. (2014). Prävention von Verhaltens- und Erlebensproblemen bei Kindern und Jugendlichen. Eine Meta-Analyse deutschsprachiger Evaluationsstudien, *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie, 22*, 1-14.

Beelmann, A. (2008). Prävention im Schulalter. In B. Gasteiger-Klicpera & J. Klicpera (Hrsg.), *Sonderpädagogik der sozialen und emotionalen Entwicklung* (S. 442-464). Göttingen: Hogrefe.

Beelmann, A. (2017). Entwicklung und Förderung der Sozialentwicklung im Vor- und Grundschulalter. In B. Kracke & P. Noack (Hrsg.), *Handbuch der Entwicklungs- und Erziehungspsychologie* (S. 1-16). Berlin: Springer.

Beelmann, A. & Raabe, T. (2007). *Dissoziales Verhalten von Kindern und Jugendlichen – Erscheinungsformen, Entwicklung, Prävention und Intervention*. Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Bell, R., Smetana, L. & Binns, I. (2005). Simplifying Inquiry Instruction, The Science Teacher, Zugriff am 08.10.2019. Verfügbar unter https://www.nsta.org/publications/news/story.aspx?id=50983

Bell, T. (2010). Das hält doch kein Pinguin aus! Forschendes Lernen zur Anpassung von Lebewesen an extreme Temperaturen, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 119*, 13-19.

Bender, P.L. et al. (1973). The Lunar Laser Ranging Experiment, *Science, 182 (4109)*, 229-238.

Bennett, J, Hogarth, S. & Lubben, F. (2007): Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching, *Science Education, 91 (3)*, 347-521.

Berck, H. (1986). *Begriffe im Biologieunterricht. Versuch einer Entwirrung am Beispiel Sachkunde*. Köln: Aulis Verlag.

Berendes, K. et al. (2017). Reading Demands in Secondary School: Does the Linguistic Complexity of Textbooks Increase With Grade Level and the Academic Orientation of the School Track?, *Journal of Educational Psychology, 110*, 518-543.

Berge, O., & Duit, R. (2000). Richtig anfangen! Physikalischer Anfangsunterricht – Chancen für unser Fach. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 60*, 4–7.

Bergelt, D., Goldbach, A. & Seidel, A. (2016). Leichte Sprache im Arbeitsleben – Analyse der derzeitigen Nutzung von Texten in Leichter Sprache im beruflichen Kontext von Menschen mit Lernschwierigkeiten, *Teilhabe, 55 (2)*, 106-113.

Berk, L.E. (2011). *Entwicklungspsychologie – 5. aktualisierte Auflage – bearbeitet von Ute Schönpflug*, München, Harlow, Amsterdam, Madrid, Boston, San Fracisco, Don Mills, Mexico City, Sydney: Pearson.

Bettge, S., Ravens-Sieberer, U., Wietzker, A. & Hölling, H. (2002). Ein Methodenvergleich der Child Behavior Checklist und des Strengths and Difficulties Questionnaire, *Das Deutsche Gesundheitswesen, 64*, 119-124.

BITKOM (2011). *Schule 2.0 – Eine repräsentative Untersuchung zum Einsatz elektronischer Medien an Schulen aus Lehrersicht*. Berlin: BITKOM.

Blanchard, M.R., Southerland, S.A., Osborne, J.W., Sampson, V.D., Annetta, L.A. & Granger, E.M. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability?: A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction, *Science Education, 94(4)*, 577-616.

Bless, G. (2000): Schulische und außerschulische Integration behinderter Menschen unter psychologischen Aspekten: Lernbehinderungen. In J. Borchert (Hrsg.), *Handbuch der sonderpädagogischen Psychologie* (S. 440-453). Göttingen: Hogrefe.

Bless, G. & Mohr, K. (2007). Die Effekte von Sonderunterricht und gemeinsamem Unterricht auf die Entwicklung von Kindern mit Lernbehinderungen. In J. Borchert, H. Goetze, J. Walter & F. B. Wember (Hrsg.), *Sonderpädagogik des Lernens* (S. 375-383). Göttingen: Hogrefe.

Blumenthal, Y., Hartke, B. & Vrban, R. (2017). Schulbasierte Interventionen bei Verhaltensproblemen in der Sekundarstufe nach dem Response-to-Intervention-Ansatz. In A. Methner, K. Popp & B. Seebach (Hrsg.) *Verhaltensprobleme in der Sekundarstufe – Unterricht – Förderung – Intervention* (S. 106-122). Stuttgart: Kohlhammer.

Blumör, R. (1993): *Schülerverständnisse und Lernprozesse in der elementaren Optik. Magdeburg*. Essen: Westarp Wissenschaften.

BMAS (2013). *Leichte Sprache. Ein Ratgeber. Abdruck der Regeln für Leichte Sprache des Netzwerks Leichte Sprache e.V.* Frankfurt a.M.: Zarbock.

Boban, I. & Hinz, A. (2003). *Index für Inklusion – Lernen und Teilhabe in der Schule der Vielfalt entwickeln*. Halle-Wittenberg: Martin-Luther Universität

Bock, B.M. (2014) „Leichte Sprache“. Abgrenzung, Beschreibung und Problemstellungen aus linguistischer Sicht. In: S.J. Jekat, H.E. Jüngst, K. Schubert & C. Villiger (Hrsg.), *Sprache barrierefrei gestalten. Perspektiven aus der Angewandten Linguistik* (S.17-52). Berlin: Frank & Timme GmbH.

Bock, B.M. (2015a). Anschluss ermöglichen und die Vermittlungsaufgabe ernst nehmen – 5 Thesen zur Leichten Sprache, *Didaktik Deutsch, 38*, 9-17.

Bock, B.M. (2015b). Anschluss ermöglichen und die Vermittlungsaufgabe ernst nehmen – 3 weitere Thesen zur „Leichten Sprache“. Verfügbar unter: http://bettinabock.de/wp-content/uploads/Bock-Bildungssprache-vs.-Leichte-Sprache-3-weitere-Thesen.pdf

Bock, B.M. (2015c). Zur Angemessenheit Leichter Sprache: aus Sicht der Linguistik und aus Sicht der Praxis, *Aptum, 11 (2)*, 131-140.

Bock, B.M. (2017). Das Passiv- und Negationsverbot „Leichter Sprache“ auf dem Prüfstand: Empirische Ergebnisse aus Verstehenstest und Korpusuntersuchung, *Sprachreport, 1,* 20-28.

Bogner, A. & Littig, B. & Menz, W. (2014). *Interviews mit Experten – eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Springer.

Böhm, U., Narciss, S., & Pospiech, G. (2012). Keine Lust auf Physikunterricht? - Eine Veränderung der Motivation von Studierenden im Grundschullehramt ist zwingend notwendig. In S. Bernholz (Hrsg.), *Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen* (S. 371-373). Hannover: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.

Bonacker, J., Körner, T. & Weyers, C. (2019). Gestufte Lernhilfen im inklusiven Physikunterricht für Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Lernen. Unveröffentlichte Masterarbeit, Universität zu Köln.

Bonnstetter, R.J. (1998). *INQUIRY: LEARNING FROM THE PAST WITH AN EYE ON THE FUTURE,* Zugriff am 03.07.2019. Verfügbar unter http://ejse.southwestern.edu/article/view/7595/5362.

Bormann, S. (2019). Möglichkeiten der Entlastung von Sachtexten in der Grundschule auf der Basis von Prinzipien Leichter Sprache, *ZEIF, 5*, 1-12.

Bortz, J. & Döring, N. (2015). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*, 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.

Bos, W. & Tranai, C. (1999). Content analysis in empirical social research, *International Journal of Educational Research, 31*, 659-671.

Brämer, R. & Koll, H. (2017). Siebter Jugendreport Natur 2016 – Grundauswertung, Zugriff am 02.04.2020. Verfügbar unter https://www.natursoziologie.de/files/jrn2016-grundauswertung-19_1704111205.pdf

Bredel, U. & Maaß, C. (2016*). Leichte Sprache. Theoretische Grundlagen. Orientierung für die Praxis.* Berlin: Duden.

Bresges, A. (2018). Mobile Learning in der Schule. In C. de Witt & C. Gloerfeld (Hrsg), *Handbuch Mobile Learning* (S. 613-635). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Brezinka, V. (2003). Zur Evaluation von Präventivinterventionen für Kinder mit Verhaltensstörungen, *Kindheit und Entwicklung, 12(2),* S. 71-83.

Brickhouse, N. (1994): Children’s Observations, Ideas, and the Development of Classroom Theories about Light, *Journal of Research in Science Teaching, 31 (6),* 639-656.

Britz, O. (2017). *Medienscouts an (inklusiven) Grundschulen – Ein Peer-Tutoring-Projekt zur präventiven Förderung medialer und emotional-sozialer Kompetenzen*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Brüggemann, M., Welling, S. & Breiter, A. (2014). Gelingende Inklusion mit Medienintegration, *Computer + Unterricht, 94*, 6-9.

Brüning, L. & Saum, T. (2008). Individuelle Förderung durch Kooperatives Lernen. In I. Kunze & C. Solzbacher (Hrsg.), *Individuelle Förderung in der Sekundarstufe I und II*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Brunsell, E., & Marcks, J. (2007). Teaching for conceptual change in space science, *Science*

Scope, 30 (9), 20-23.

Bühner, M. & Ziegler, M. (2009). *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. München: Pearson.

Büttner, G., Warwas, J. & Adl-Amini, K. (2012). Kooperatives Lernen und Peer Tutoring im inklusiven Unterricht, Zeitschrift für Inklusion, 1-2. Zugriff am 05.03.2020. Verfügbar unter https://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/61/61.

Caldarella, P. & Merrell, K.W. (1997). Common dimensions of social skills of children and adolescents: A taxonomy of positive behaviors, *School Psychology Review, 26 (2),* 264-278

Calmbach, M., Borgstedt, S., Borchard, I, Thomas, P.M., Flaig, B.B. (2016): Wie ticken Jugendliche 2016? – Lebenswelten von Jugendlichen im Alter von 14-17 Jahren in Deutschland. Zugriff am 15.03.2020. Verfügbar unter https://www.gemeinsaminitiativ.de/download/Studien/2016_Sinusstudie_Wie_ticken_Jugendliche.pdf

Cameron, J., Banko, K.M., Pierce, W.D. (2001): Pervasive negative effects of rewards on intrinsic motivation: The myth continues, *The Behavior Analyst, 24*, 1-44.

Campbell, D.T. & Fiske, D.W. (1959). Convergent and Discriminant Validation by the Multitrait-Multimethod-Matrix, *Psychological Bulletin, 56 (2),* 81-105.

Carle, U. (2017). Differenzierung. In. K. Ziemen (Hrsg.), *Lexikon Inklusion* (S. 46-47). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Carter, E.W. & Hughes, C. (2005). Increasing social interaction among adolescents with intellectual disabilities and their general education peers; Effective interventions, *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities, 30 (4),* 179-193.

Casale, G., Volpe, R.J., Daniels, B., Hennemann, T., Briesch, A.M., Grosche, M. (2018). Measurement Invariance of a Universal Behavioral Screener Across Samples from the USA and Germany, *European Journal of Psychological Assessment, 34 (2)*, 87-100.

Casale, G., Volpe, R.J., Hennemann, T., Briesch, A.M., Daniels, B. & Grosche, M. (2019). Kontruktvalidität eines universellen Screenings zur unterrichtsnahen und ökonomischen Diagnostik herausfordernden Verhaltens von Schüler_innen – eine Multitrait-Multimethod-Analyse, *Zeitschrift für pädagogische Psychologie, 33 (1)*, 17-31.

CASEL (2020). *What is SEL? SEL is ….* Zugriff am 10.07.2020. Verfügbar unter https://casel.org/what-is-sel/

Cassini, S. (1677). Some New Observations Made by Sig. Cassini, *Phil. Trans., 12*, 831-833.

Chassé, K.A. & Rahn, P. (2010). Bewältigung durch Peer-Integration im Übergang zu weiterführenden Schulen – Eine Perspektive moralischer Ökonomie benachteiligter Kinder. In M. Zander (Hrsg.), *Kinderarmut. Ein einführendes Handbuch für Forschung und soziale Praxis* (S. 142-160). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Cillessen, A.H.N., Bukowski, W.M. & Haselager, G.J.T. (2000). Stability of Sociometric Categories, *New Directions for Child and Adolescent Development, 88*, 75-93.

Claus, J., Stork, E. & Wiesner, H. (1982). Optik im Sachunterricht. Eine empirische Untersuchung zu Vorstellungen und Lernprozessen, *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 10*, 82-92.

Cloerkes, G. (1982). Die Kontakthypothese in der Diskussion um eine Verbesserung der gesellschaftlichen Teilhabechancen Behinderter, *Zeitschrift für Heilpädagogik, 33 (8)*, 561-568.

Cloerkes, G. (1985). Erscheinungsweise und Veränderung von Einstellungen gegenüber Behinderten. In K.H. Wiedl (Hrsg.), *Rehabilitationspsychologie – Grundlagen, Aufgabenfelder, Entwicklungsperspektiven* (S. 131-149). Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz: Kohlhammer.

Cloerkes, G. (1997). *Soziologie der Behinderten – eine Einführung.* Heidelberg: Universitätsverlag C. Winter.

Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research, *Educational Researcher, 32 (1),* 9-13

Cohen, J. (1992): A Power Primer, *Psychological Bulletin, 112 (1),* 155-159.

Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer, *Science Scope, 23 (6),* 42-44.

Collins, A., Joseph, D. & Bielaczye, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues, *The Journal of the Learning Sciences, 13 (1),* 15-42.

Collins, K., Jones, B., Sprod, T., Watson, J. & Fraser, S. (1998). Mapping development in students' understanding of vision using a cognitive structural model, *International Journal of Science Education, 20,* 45-66.

Conover, W.J. & Iman, R.L. (1981). Rank Transformations as a Bridge Between Parametric and Nonparametric Statistics, *The American Statistician, 35 (3),* 124-133.

Crott, H. (1979). *Soziale Interaktion und Gruppenprozesse*. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz: Kohlhammer.

DBRC (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry, *Educational Researcher, 32 (1),* 5-8.

Denk, T. (2010). Das Iapetus Rätsel ist gelöst – wie ein Saturnmond schwarz-weiß wurde, *Sterne und Weltraum, April 2010,* 40-49.

DUK (2009). *Inklusion: Leitlinien für die Bildungspolitik*. Bonn: Deutsche UNESCO-Kommission.

Dinkelaker, J. & Herrle, M. (2009). *Erziehungswissenschaftliche Videographie – Eine Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Dollase, R. (1973). *Soziometrische Techniken*. Weinheim und Basel: Beltz.

Döpfner, M., Plück, J. & Kinnen, C. (2014). *CBCL/6-18R, TRF/6-18R, YSR/11-18R. Deutsche Schulalter-Formen der Child Behavior Checklist von Thomas M. Achenbach*. Göttingen: Hogrefe.

Dresing, T. & Pehl, T. (2015). *Praxisbuch Interview. Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende*. Marburg: Eigenverlag.

Driver, R., Squieres, A. & Rushworth, P. (1994): *Making Sense of Secondary Science – Research into Children's Ideas*. London: Routledge.

Duit, R. & Mikelskis-Seifert (2007). Kontextorientierter Unterricht – Wie man es einbettet, so wird es gelernt, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 98,* 4-8.

Durlak, J.A., Weissberg, R.P., Dymnicki, A.B et al. (2011): The impact of enhancing students' social and emotional learning: a meta-analysis of school-based universal interventions, *Child Dev., 82,* 405-432.

Edelson, D.C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design, *The Journal of the Learning Sciences, 11 (1),* 105-121

Eder, F. (2002). Unterrichtsklima und Unterrichtsqualität, *Unterrichtswissenschaft, 30 (3),* 213-229.

Eickelmann, B. (2010). *Digitale Medien in Schule und Unterricht erfolgreich implementieren – eine empirische Analyse aus Sicht der Schulentwicklungsforschung*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.

Ellinger, S. & Stein, R. (2012). Effekte inklusiver Beschulung: Forschungsstand im Förderschwerpunkt emotionale und soziale Entwicklung, *Empirische Sonderpädagogik, 4 (2)*, 85-109.

Elster, D. (2008). Was interessiert Jugendliche an den Naturwissenschaften? VFPC - Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts, Vortrag zur 62. Vortragswoche.

European Agency (2014). *Fünf Kernaussagen in Bezug auf inklusive Bildung – Von der Theorie zur Praxis*. Brüssel: European Agency for Special Needs and Inclusive Education.

Evertson, C. M. & Emmer, E.T. (2012). *Classroom Management for Elementary Teachers*. New Jersey: Pearson.

Evertson, C. M. & Weinstein, C. S. (2006). Classroom Management as a Field of Inquiry. In Evertson, C. M. & Weinstein, C. S. (Hrsg.), *Handbook of Classroom Management. Research, Practice, and Contemporary Issues*. Mahwah, New Jersey: Routledge.

Ewald, T.-M. (2015). Lernen durch Kooperation – Auswirkungen kooperativer Lernarrangements auf das Selbstkonzept von Kindern mit Verhaltensauffälligkeiten, Potsdamer Zentrum für empirisch Inklusionsforschung, 6. Zugriff am 06.07.2019. Verfügbar unter https://www.uni-potsdam.de/fileadmin01/projects/inklusion/PDFs/ZEIF-Blog/Ewald_2015_Lernen_durch_Kooperation.pdf.

Ewald, T.-M. (2016). Stigmatisierungsprozesse - Sichtweisen, Forschungsbelege und Ableitungen für den inklusionsförderlichen Unterricht. Potsdamer Zentrum für empirische Inklusionsforschung (ZEIF), 6. Zugriff am 06.07.2019. Verfügbar unter https://www.uni-potsdam.de/fileadmin01/projects/inklusion/PDFs/ZEIF-Blog/Ewald_2016_Stigmatisierungsprozesse.pdf

Ewald, T.-M., & Huber, C. (2017). Kooperatives Lernen und soziale Akzeptanz?! Wie das Konzept des kooperativen Lernens durch die Kontakthypothese geschärft werden könnte. In F. Hellmich & E. Blumberg (Hrsg.), *Inklusiver Unterricht in der Grundschule* (S. 66 – 81). Stuttgart: Kohlhammer.

Feinman, S. (1992). Social referencing and conformity. In S. Feinman (Hrsg.), *Social referencing and the Social Construction of Reality in Infancy* (S. 229-268). New York: Plenum Press.

Feher, E. und Rice, K. (1988). Shadows and Anti-Images: Children's Conceptions of Light and Visio II, *Science Education, 72 (5)*, 637-649.

Feher, E. (1990): Interactive Museum Exhibits as Tool for Learning: Explorations with Light, *Science Education, 12 (1)*, 35-49.

Feierabend, S., Rathgeb, T. & Reutter, T. (2018). JIM-Studie 2018 – Jugend, Informationen, Medien – Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger. Zugriff am 15.07.2019. Verfügbar unter https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2018/Studie/JIM2018_Gesamt.pdf

Ferreira-González, L. (2019). Inklusiver Biologieunterricht – emotionale Kompetenzförderung im Humanbiologieunterricht, Dissertation, Universität zu Köln. Zugriff am 06.02.2020. Verfügbar unter https://kups.ub.uni-koeln.de/9577/1/Dissertation_Ferreira_Gonzalez_Kups.pdf

Ferreira-González, L., Hennemann, T. & Schlüter, K (2019a). Teachers' Perception of an Integrated Approach to Biology and Emotional Learning, *Journal of Science Education for Students with Disabilities, 22 (1),* 1-25.

Ferreira-González, L., Hövel, D., Hennemann, T. & Schlüter, K. (2019b). Auswirkungen des gezielten Einsatzes von Classroom-Management-Strategien im inklusiven Fachunterricht Biologie auf das Unterrichtsverhalten von Schülern unter erhöhten Risiken aus Perspektive der Lehrperson. Eine Einzelfallstudie, *Empirische Sonderpädagogik, 11 (1),* 53-70.

Ferreira-González, L., Lichtenberg, D., Schlüter, K. & Hövel, D. (2018). Möglichkeiten der Unterrichtsplanung für inklusive Lerngruppen. In M. Dziak-Mahler, T. Hennemann, S. Jaster, T. Leidig & J. Springob (Hrsg.), *Fachdidaktik inklusiv II. (Fach-)Unterricht inklusiv gestalten – Theoretische Annährungen und praktische Umsetzungen* (S. 85-100). Göttingen: Waxmann.

Feuser, G. (1989). Allgemeine integrative Pädagogik und entwicklungslogische Didaktik, *Behindertenpädagogik, 28 (1),* 4-48.

Filipp, S-H. (1981). Ein allgemeines Modell für die Analyse kritischer Lebensereignisse. In S-H. Filipp (Hrsg.), *Kritische Lebensereignisse* (S. 3-52). München, Wien, Baltimore: U&S Psychologie.

Filusch, M. (2017). Steinsalzreinigung – Inklusion im Experimentalunterricht, *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 162*, 12-15.

Fisseler, B. & Markmann, M. (2012). Universal Design als Umgang mit Diversität in der Hochschule, *Journal Hochschuldidaktik, 1/2*, 13-16.

Flott-Tönjes, U. et al. (2017). *Fördern planen. Ein sonderpädagogisches planungs- und Beratungskonzept für Förderschulen und Schulen des Gemeinsamen Lernens*. Oberhausen: Athena.

Forlin, C. & Cooper, P. (2013): Student behavior and emotional challenges for teachers and parents in Hong Kong, *British Journal of Special Education, 40 (2),* 58-64.

Forlin, C., Au, M.-L., & Chong, S. (2008a). Teachers' attitudes, perceptions and concerns about inclusive education in the Asia-Pacific region. In C. Forlin & M.-G. J. Lian (Hrsg.), *Reform, inclusion, and teacher education: towards a new era of special and inclusive education in Asia-Pacific regions* (S. 90-102). Abingdon: Routledge.

Forlin, C., Keen, M. & Barrett, E. (2008b). The Concerns of Mainstream Teachers: Coping with inclusivity in an Australian context, *International Journal of Disability, 55 (3),* 251-264.

Forness, S.R., Kim, J. & Walker, H.M. (2012). Prevalence of Students with EBD: Impact of General Education, *Beyond Behavior, 21 (2),* 3-10.

forsa (2015). Inklusion an Schulen aus Sicht der Lehrkräfte in Deutschland – Meinungen, Einstellungen und Erfahrungen, Zugriff am 09.10.2019. Verfügbar unter https://www.vbe.de/fileadmin/user_upload/VBE/Service/Meinungsumfragen/2017_05_10_Inklusion_an_Schulen_Auswertung.pdf [09.10.2019].

forsa (2019). Die Schule aus Sicht der Schulleiterinnen und Schulleiter – Digitalisierung und digitale Ausstattung – Ergebnisse einer bundesweiten Repräsentativbefragung. Zugriff am 15.01.2020. Verfügbar unter https://www.vbe.de/fileadmin/user_upload/VBE/Service/Meinungsumfragen/2019-04-17_forsa-Bericht_SL_Digitalisierung_Bund.pdf.

Fraefel, U. (2014). *Professionalization of pre-service teachers through university-school partnerships Partner schools for Professional Development: development, implementation and evaluation of cooperative learning in schools and classes*, Conference Meeting WERA Focal Meeting, Edinburgh.

Franke-Braun, G. (2008). *Aufgaben mit gestuften Lernhilfen – Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht.* Berlin: Logos-Verlag.

Fricke, K. & Fischer, H. E. (2013). Die Rolle von Klassenführung für physikbezogene Unterrichtsergebnisse. In Bernholt, S. (Hrsg.), *Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen* (S. 89- 91). Hannover: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.

Friis, H. (1987). Zur Einführung und Erprobung von AKTIF in Schleswig-Holstein. In: Hameyer, U. (1987). *AKTIF – Erfahrungsberichte und Studien*. Kiel: IPN-Materialien.

Fritzsche, S., Krüger, H-H. & Pfaff, N. (2009). Zum Wandel von Freundschaftsbeziehungen im Verlaug der Grundschule und am Übergang in die Sekundarstufe I, *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, 2*, 261-277.

Fröhlich-Gildhoff, K. & Rönnau-Böse, M. (2015). *Resilienz*, 4. Auflage. München, Basel: Erst Reinhard Verlag.

Furtak, E.M., Seidel, T., Iversion, H. & Briggs, D. (2009). Recent Experimental Studies of Inquiry-Based Teaching: A Meta-Analysis and Review, Paper presented at the European Assosiation for Research on Learning and Instruction, Amsterdam, Zugriff am 06.05.2019. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/268335445_Experimental_Studies_of_Inquiry-Based_Teaching_1_RECENT_EXPERIMENTAL_STUDIES_OF_INQUIRY-BASED_TEACHING_A_META-ANALYSIS_AND_REVIEW/link/5472eb000cf24bc8ea19a6eb/download

Furtak, E.M., Seidel, T., Iversion, H. & Briggs, D. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching – A Meta-Analysis, *Review of Educational Research*, 82 (3), 300-329.

Garrote, A. & Dessemontet, R.S. (2015). Social participation in inclusive classrooms: Empirical and theoretical foundations of an intervention program, *Journal of cognitive education and psychology, 13*, 67-80.

Garrote, A., Dessemontet, R.S. & Moser Opitz, E. (2017). Facilitating the social participation of pupils with special educational needs in mainstream schools: A review of school-based interventions, *Educational Research Review, 20*, 12-23.

GDSU (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht – Vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage*. Bad-Heilbrunn: Klinkhardt.

Gehrecke S. & Mohr, C. (1977). Biologie, Physik, Chemie. In G.O. Kanter & O. Speck (Hrsg.), *Handbuch für Sonderpädagogik*, Band 4 (S. 338-355). Berlin: Marhold.

Geise, G. (2003): *Die Schatten von Apollo. Hintergründe der gefälschten Mondlandungen*. Peiting: Michaels.

Gerick, J., Schaumburg, H., Kahnert, J. und Eickelmann, B. (2014). Lehr- und Lernbedingungen des Erwerbs computer- und informationsbezogener Kompetenzen in den ICILS-2013-Teilnehmerländern. In W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil, R. Schulz-Zander, H. Wendt (Hrsg.), *ICILS 2013 - Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (S. 147–169). Münster, New York: Waxmann.

GFD (2015). Position der Gesellschaft für Fachdidaktik zum inklusiven Unterricht unter fachdidaktischer Perspektive, Zugriff am 01.06.2019. Verfügbar unter https://www.fachdidaktik.org/wp-content/uploads/2015/09/GFD-Positionspapier-19-Stellungnahme-zum-inklusiven-Unterricht.pdf

Gienger, C. (2007). Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten, *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie, 55,* 209-210.

Ginsburg-Block, M.D., Rohrbeck, A.R. & Fantuzza, J.W. (2006). A Meta-Analytic Review of Social, Self-Concept and Behavioral Outcomes of Peer-Assisted Learning, *Journal of Educational Psychology, 98 (4),* 732-749.

Girdwidz, R. (2015a). Medien im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik* (S. 193-246). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.

Girwidz, R. (2015b). Neue Medien und Multimedia. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik* (S. 401-428). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.

Glass, G. V., Peckham, P. D., & Sanders, J. R. (1972). Consequences of Failure to Meet Assumptions Underlying the Fixed Effects Analyses of Variance and Covariance. *Review of Educational Research, 42 (3),* 237–288.

Glover, T.A. & Albers, C.A. (2007). Considerations for evaluating universal screening assessments, *Journal of School Psychology,* 45, 117-135.

Goodman, R. (2020). Deutsche Version des Strengths and Difficulties Questionnaire. Zugriff am 06.03.2020. Verfügbar unter http://www.sdqinfo.org/py/sdqinfo/b3.py?language=German

Graumann, O. (2002): *Gemeinsamer Unterricht in heterogenen Gruppen. Von lernbehindert bis hochbegabt*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Green, N. & Green, K. (2005). *Kooperatives Lernen im Klassenraum und im Kollegium – das Trainingsbuch*. Seelze-Velber: Kallmeyer.

Gryl, I. (2009). 40 Jahre Mondlandung. Vom Glauben und Wissen, Wissenschaft in Schulen. Zugriff am 06.06.2018. Verfügbar unter http://www.wissenschaftschulen.de/sixcms/media.php/1308/Wis%21_Mondlandung_Inga Gryl.pdf

Grosche, M. (2015). Was ist Inklusion? Ein Diskussions- und Positionsartikel zur Definition von Inklusion aus Sicht der empirischen Bildungsforschung. In. P. Kuhl et al. (Hrsg.), *Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien

Grosche, M. & Volpe, R.J. (2013). Response-to-intervention (RTI) as a model to facilitate inclusion for students with learning and behavior problems, *European Journal of Special Needs Education, 28 (3),* 254-269.

Gunter, O.K., Coutinho, M.J. & Cade, T. (2002). Classroom Factors Linked with Academic Gains Among Students with Emotional and Behavioral Problems, *Preventing School Failure, 46 (3),* 126-132.

Guesne, E. (1985). Light. In Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (Hrsg.), *Children's Ideas in Science* (S. 10-33). Milton Keynes: Open University Press.

Gutman, L.M. & Schoon, I. (2015). Preventive Interventions for Children and Adolescents – A Review of Meta-Analytic Evidence, *European Psychologist, 20 (4),* 231-241.

Haagen-Schützenhöfer, C. und Hopf, M (2018). Schülervorstellungen zur geometrischen Optik. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht - Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 89-114). Berlin: Springer-Spektrum.

Haeberlin, U. Moser, U. Bless, G. & Klaghofer, R. (1989). *Integration in die Schulklasse. Fragebogen zur Erfassung von Dimensionen der Integration von Schülern FDI 4-6*. Bern, Stuttgart: Haupt.

Hameyer, U. (Hrsg.): *AKTIF – Erfahrungsberichte und Studien* (S. 84-102). Kiel: IPN-Materialien.

Hammann, M. & Jördens, J. (2014). Offene Aufgaben codieren. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 169-178). Heidelberg: Springer-Verlag.

Härtig, H. & Neumann, K. (2014). Mit Schulbüchern lernen? Wie Schulbücher den Wissenserwerb fördern können, *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 63 (4)*, 10-14.

Hartig, J., Frey, A. & Jude, N. (2012). Validität. In H. Moosbruggr, A. Kevala (Hrsg.). Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Berlin, Heidelberg: Springer.

Hartke, B. (2004). Prävention von (Lern- und) Verhaltensstörungen auf Grund systematischer Lehrereinschätzungen. In: W. Mutzeck & P. Jogschies (Hrsg.), *Neue Entwicklungen in der Förderdiagnostik. Grundlagen und praktische Umsetzungen* (S. 164-185). Weinheim: Beltz.

Hartke, B & Vrban R. (2015) *Schwierige Schüler – 49 Handlungsmöglichkeiten bei Verhaltensauffälligkeiten*. Buxtehude: Persen-Verlag.

Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The power of feedback, *Review of Educational Research, 77*, 81-112.

Hattie, J. (2013). *Lernen sichtbar machen – überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von „Visible Learning" besorgt von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Heinen, R. & Kerres, M. (2017). Individuelle Förderung mit digitalen Medien – Handlungsfelder für die systematische, lernförderliche Integration digitaler Medien in Schule und Unterricht. In Bertelsmann Stiftung (Hrsg.), *Individuell fördern mit digitalen Medien – Chancen, Risiken, Erfolgsfaktoren* (S. 95-161). Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung

Hemmerich, W.A. (2020): Einstieg in die Mixed-ANOVA. Zugriff am 08.06.2020. Verfügbar unter Verfügbar unter https://statistikguru.de/spss/mixed-anova/einstieg-in-die-mixed-anova.html

Helmke, A. (2012): *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze: Klett-Kallmeyer.

Helmke, A. & Helmke, T. (2015). Wie wirksam ist gute Klassenführung? Effiziente Klassenführung ist nicht alles, aber ohne sie geht alles andere gar nicht, *Pädagogik – Leben, 2*, 7-11.

Helmke, A., Helmke, T., Schrader, F.-W., Wagner, W., Nold, G. & Schröder, K. (2008). Wirksamkeit des Englischunterrichts. In DESI-Konsortium (Hrsg.): *Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie* (S. 382-297). Beltz: Weinheim.

Hennemann, T. & Hövel, D. (2014): Effektives Classroom Management. Die zentrale Wirkvariable für die erfolgreiche Prävention, *VBE-E[LAA]N, 55*, 8-13.

Hennemann, T., Hövel, D., Casale, G., Hagen, T. & Fitting-Dahlmann, K. (2017). *Schulische Prävention im Bereich Verhalten*, 2. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer.

Hennemann, T., Leidig, T., Linder, H., Ferreira González, L. & Fernandes-Taquelim, M. (2019). Herausfordernde Lehr-/Lernsituationen im inklusiven Setting – Chancen des

sozial-emotionalen Lernens. Verknüpfung von Fach- und Entwicklungsanliegen am Beispiel der Fächer Biologie und Evangelischer Religionslehre. In Lindner, H. & Tautz, M. (Hrsg.), *Heterogenität und Inklusion – Reflexionen und Anwendungen für die Religionspädagogik* (S. 112-133). Berlin: Lit-Verlag.

Hepp, R. & Miehe, K. (2004). Kooperatives Lernen trainieren – Hinweise und Empfehlungen für den Einstieg in kooperative Lernformen, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 84*, 8-13.

Hermanns, H. (2000). Interviewen als Tätigkeit. In: Flick, Uwe; von Kardorff, Ernst und Steinke, Ines (Hrsg.), *Qualitative Forschung: Ein Handbuch* (S. 360 – 369). Reinbek: Rowohlt.

Hermann, R. & Lewis, B. F. (2003): Moon Misconceptions – Bringing pedagogical research of lunar phases into the classroom, *The Science Teacher, 70(8)*, 52-55.

Hermanns, J., Krabbe, C., Hornung, G., Küpper, A. & Pusch, A. (2018). Experimentieren im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. In L. Schulze Heuling (Hrsg.), *Inklusive Lehr-Lern-Prozesse gestalten - Dokumentation der Schwerpunkttagung der Gesellschaft für die Didaktik der Chemie und Physik 2017* (S. 77-93). Flensburg: Flensburg University Press.

Herzig, B. (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?*. Gütersloh: Bertelsmann-Stiftung.

Hessel, S. (2008). Die Bedeutung von Usability und Cognitive Load auf die Informationssuche beim multimedialen Lernen, Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades einer Doktorin der Philosophie, Universität Erfurt. Zugriff am 02.07.2019. Verfügbar unter: https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt_derivate_00017424/hessel.pdf

Higher Education Opportunity Act (2008). Public Law (S. 110-315). Zugriff am 04.11.2019. Verfügbar unter https://www2.ed.gov/policy/highered/leg/hea08/index.html

Hillenbrand, C. (2008). Begriffe und Theorien im Förderschwerpunkt soziale und emotionale Entwicklung – Versuch einer Standortbestimmung. In B. Gasteiger-Klicpera, H. Julius, C. Klicpera (Hrsg.). *Sonderpädagogik der sozialen und emotionalen Entwicklung* (S. 5-24). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L. & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe – Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster: Waxmann-Verlag.

Hinz, A. (2010). Aktuelle Erträge der Debatte um Inklusion – worin besteht der ‚Mehrwert' gegenüber Integration? In: EV. STIFTUNG ALSTERDORF & KATH. HOCHSCHULE FÜR SOZIALWESEN BERLIN (Hrsg.), *Enabling Community. Anstöße für Politik und soziale Praxis*. Hamburg: alsterdorf, 191-202

Hoffmann, L., Häussler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessensstudie Physik*. Kiel: IPN.

Hoffmann, L. & Lehrke, M. (1985). *Eine Zusammenstellung erster Ergebnisse aus der Querschnittserhebung 1984 über Schülerinteressen an Physik und Technik vom 5. bis 10. Schuljahr*. Kiel: IPN.

Hoffmann, T. & Menthe, J. (2015). Sonderpädagogische Aspekte inklusiven Chemieunterrichts in der Sekundarstufe. In J. Riegert & O. Musenberg (Hrsg.) (2015). *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe*. Stuttgart: Kohlhammer.

Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2003). The Laboratory in Science Education – Foundations for the Twenty-First Century, *Science Education, 88 (1)*, 28-54.

Höhn, E. & Seidel, G. (1976). *Das Soziogramm – Die Erfassung von Gruppenstrukturen*. Göttingen, Toronto, Zürich: Hogrefe.

Hölling, H., Schlack, R., Petermann, F., Ravens-Sieberer, U, Mauz, E. & Kiggs Study Group (2014). Psychische Auffälligkeiten und psychosoziale Beeinträchtigungen bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 3 bis 17 Jahren in Deutschland – Prävalenz und zeitliche Trends zu 2 Erhebungszeitpunkten (2003-2006 und 2009-2012), *Bundesgesundheitsblatt, 57,* 807-819.

Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007): Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 13*, 71-86.

Holsti, O.R. (1969). *Content-Analysis for the social humanities.* Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Holtmann, M. & Schmidt, M.H. (2008). Dimensionale Klassifikationssysteme. In B. Gasteiger-Klicpera, H. Julius, C. Klicpera (Hrsg.), *Sonderpädagogik der sozialen und emotionalen Entwicklung* (S. 25-34). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Hopf, C. (2000). Qualitative Interviews – ein Überblick. In: Flick, Uwe; von Kardorff, Ernst und Steinke, Ines (Hrsg.), *Qualitative Forschung: Ein Handbuch* (S. 360-369). Reinbek: Rowohlt.

Höttecke, D. (2010). Forschend-entdeckender Physikunterricht – Ein Überblick zu Hintergründen, Chancen und Umsetzungsmöglichkeiten entsprechender Unterrichtskonzeptionen, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 119*, 4-12.

Hövel, D.C.**,** Rietz, C. & Hennemann, T. (2019). Meta-Analyse programmatischer-präventiver Förderung der emotionalen und sozialen Entwicklung in der Primarstufe. *Emotionale und Soziale Entwicklung (ESE) in der Pädagogik der Erziehungshilfe und bei Verhaltensstörungen, 1*, 38-55.

Hrabal, V. (2009). *KK-1: Der Klassen-Kompass – Soziometrische Rating-Methode für die Diagnostik des Klassenklimas, Wahl der Klassenvertreter und Optimierung der Arbeit mit Schulklassen an Sekundarschulen – Version für Klassenlehrer*. Göttingen: Hogrefe.

Hrabal, V. (2010). *SORAT-M: Soziometrische Rating-Methode für die Diagnostik und Planung von Interventionsstrategien bei schwierigen Schulklassen und gefährdeten Schülern an Sekundarschulen – Version für Beratungslehrer und Schulpsychologen*. Göttingen: Hogrefe.

Huber, C. (2006): *Soziale Integration in der Schule?! Eine empirische Studie zur sozialen Integration von Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf im Gemeinsamen Unterricht*. Marburg: Tectum Verlag.

Huber, C. & Wilbert, J. (2012). Soziale Ausgrenzung von Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf und niedrigen Schulleistungen im gemeinsamen Unterricht, *Empirische Sonderpädagogik, 4 (2),* 147- 165.

Huber, C. (2011). Lehrerfeedback und soziale Integration. Wie soziale Referenzierungsprozesse die soziale Integration in der Schule beeinflussen können, *Empirische Sonderpädagogik, 1*, 20-36.

Huber, C., Gebhardt, M. & Schwab, S. (2015). Lehrkraftfeedback oder Spaß beim Spiel? Eine Experimentalstudie zum Einfluss von Lehrkraftfeedback auf die soziale Akzeptanz bei Grundschulkindern, *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 61 (1),* 51-64.

Huber, C. (2019). Ein integriertes Rahmenmodell zur Förderung sozialer Integration im Inklusion Unterricht – Sozialpsychologische Grundlagen, empirische Befunde und schulpraktische Ableitungen, *VHN, 88,* 27-43.

Humphries, M.L., Williams, B.V. & May, T. (2018). Early Childhood Teachers' Perspectives on Social-Emotional Competence and Learning in Urban Classrooms, *Journal of Applied School Psychology, 34 (2),* 157-179.

Ihle, W. & Esser, G. (2002). Epidemiologie psychischer Störungen des Kindes- und Jugendalters – Prävalenz, Verlauf, Komorbidität und Geschlechtsunterschiede, *Psychologische Rundschau, 53 (4),* 159-169.

Ihle, W. & Esser, G. (2008). Epidemiologie psychischer Störungen des Kindes- und Jugendalters. In B. Gasteiger-Klicpera, H. Julius, C. Klicpera (Hrsg.), *Sonderpädagogik der sozialen und emotionalen Entwicklung* (S. 25-34). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Ilm, K., Florian, R. & Schick, H. (2018): Primat das Fachlichkeit – Thesen und Argumente für ein neues Förderverständnis in der Sonderpädagogik, *Zeitschrift für Heilpädagogik, 69 (11),* 542-552.

Inckemann, E (2014). Wirken Individualisierung und Differenzierung? Interpretation ausgewählter Ergebnisse der Hattie-Studie, *Die Grundschulzeitschrift, 272/273,* 20-23.

Irndorfer, M. & Abels, S. (2017). Die Rolle des fachlichen Lernens beim Forschenden Lernen in inklusiven Schulklassen. In L. Schulze Heuling (Hrsg.), Embracing the Other – How the Inclusive Classroom Brings Fresh Ideas to Science and Education (S. 85-95). Flensburg: Flensburg University Press.

Jenkins, J.R. & O'Connor, R.E. (2003). Cooperative Learning for Students with Learning Disabilities: Evidence from Experiments, Observations, and Interviews. In Swanson, H.L., Harris, K.R. & Graham, S. (Hrsg.), *Handbook of Learning Disabilities* (S. 417-430). New York, London: The Guilford Press.

Jenkins, J.R., Antil, L.R., Wayne, S.K. & Vadasy, P.F. (2003). How Cooperative Learning Works for Special Education and Remedial Students, *Exceptional Children, 69 (3),* 279-292.

Jennings, P.A. & Greenberg, M.T. (2009). The Prosocial Classroom: Teacher Social and Emotional Competence in Relation to Student and Classroom Outcomes, *Review of Educational Research, 79 (1),* 491-525.

Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (1989). *Cooperation and Competition – Theory and research.* Edina: Interaction Book Company.

Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (1999). *Learning Together and Alone – Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. Boston: Allyn & Bacon.

Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (2008). Wie kooperatives Lernen funktioniert. Über die Elemente einer pädagogischen Erfolgsgeschichte, *Friedrich Jahresheft Individuell lernen – kooperativ arbeiten,* XXVI, 16-20.

Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Holubec E. (2005). *Kooperatives Lernen. Kooperative Schule. Tipps – Praxishilfen – Konzepte*. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.

Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Maruyama, G. (1983). Interdependence and Interpersonal Attraction Among Heterogeneous and Homogeneous Individuals – A Theoretical Formulation and a Meta-Analysis of the Research, *Review of Educational Research, 53 (1),* 5-54.

Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Stanne, M.B. (2000). Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis. Zugriff am 24.02.2019. Verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/220040324_Cooperative_learning_methods_A_meta-analysis.

Johnson, J.C., Ironsmith, M. & Poteat, G.M. (1994). Assessing Children's Sociometric Status: Issues and the Application of Social Network Analysis, *Journal of group psychotherapy, psychodrama and sociometry, 47 (1),* 36-49.

Jones, G., Robertson, K., Gardner, G.E., Dotger, S. & Blanchard, M.R. (2012). Differential Use of Elementary Science Kits, *International Journal of Science Education, 34 (15),* 2371-2391.

Josten B. & Kahnert I. (2011). Vorurteile. In: Johann T. (Hrsg.), *Mitarbeiter erfolgreich führen* (S. 119-128). Wiesbaden: Gabler.

Jung, W., Wiesner, H. & Blumör, R. (1986). *Schülervorstellungen über elementare optische Sachverhalte* (Zwischenbericht, DFG-Projekt Ju 150/3-2).

Jung, W., Wiesner, H. & Blumör, R. (1988): *Schülervorstellungen über elementare optische Sachverhalte* (Abschlussbericht, DFG-Projekt Ju 150/3-2).

Jürgens, E. (2010). Was ist guter Unterricht aus Sicht der Reformpädagogik? Vom Aktivitätsparadigma zum ‚Schüleraktivierenden Unterricht'. In E. Jürgens & J. Standop (Hrsg.), *Was ist „guter" Unterricht? Namhafte Expertinnen und Experten geben Antwort* (S. 39-82). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kahlert, J. & Heimlich, U. (2012). Inklusionsdidaktische Netze – Konturen eines Unterrichts für alle (dargestellt am Beispiel des Sachunterrichts). In U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.), *Inklusion in Schule und Unterricht – Wege zur Bildung für alle* (S. 153-190). Stuttgart: Kohlhammer.

Keim, W. (1996a). Vorbemerkungen der Herausgeber und Herausgeberinnen. In Ratzki, A., Keim, W., Mönkemeyer, M., Neißer, B., Schulz-Wensky, G., Wübbels, H. (Hrsg.), *Team-Kleingruppen-Modell Köln-Holweide – Theorie und Praxis* (S. 5-7). Verlag Peter Lang: Stuttgart.

Keim, W. (1996b). Außenansichten eines Insiders – Theoretische Grundlagen und pädagogische Praxis des TKM. In Ratzki, A., Keim, W., Mönkemeyer, M., Neißer, B., Schulz-Wensky, G., Wübbels, H. (Hrsg.), *Team-Kleingruppen-Modell Köln-Holweide – Theorie und Praxis* (S. 13-41). Verlag Peter Lang: Stuttgart.

Keller, D. (2017). Analyse von Pre-Post-Designs: ANOVA oder ANCOVA?. Zugriff am 24.02.2019. Verfügbar unter https://statistik-und-beratung.de/2017/05/analyse-von-pre-post-designs-anova-oder-ancova/ (zuletzt aufgerufen: 08.06.2020)

Kellermann, G. (2014). Leichte und Einfache Sprache – Versuch einer Definition, *Aus Politik und Zeitgeschichte, 9-11*, 7-10

Kirschner, P.A., Sweller, J. & Clark, R.E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiental, and Inquiry-Based Teaching, *Educational Psychologist, 41 (2)*, 75-86.

Klasen, F., Meyrose, A-K., Otto, C., Reiss, F. & Ravens-Sieberer, U. (2017). Psychische Auffälligkeiten von Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse der BELLA-Studie, *Monatsschrift Kinderheilkunde, 5*, 402-407.

Klika, D. & Abels, S. (2016). Scaffolding Guided Inquiry-Based Chemistry Education at an Inclusive School. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Hrsg.) Science Education Research: Engaging Learners from a Sustainable Future, Proceedings of ESERA 2015 (S. 1030 – 1037). Zugriff am 24.02.2019. Verfügbar unter unter https://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/esera-2015

Klippert, H. (2001). *Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen – Bausteine für den Fachunterricht*. Weinheim und Basel: Beltz-Verlag.

KMK (2000). Empfehlungen zum Förderschwerpunkt emotionale und soziale Entwicklung. Zugriff am 24.01.2017. Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2000/2000_03_10-FS-Emotionale-soziale-Entw.pdf

KMK (2004). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Zugriff am 24.01.2017. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf

KMK (2011). Inklusive Bildung von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen in Schulen. Beschluss vom 20.10.2011. Zugriff am 24.01.2017. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_10_20-Inklusive-Bildung.pdf

Kohnen, M. (2012). Design-Based Research: eine grundlegende Forschungsperspektive für die fachdidaktische Unterrichtsforschung in den Naturwissenschaften. In M. Gläser-Zikuda, T. Seidel, C. Rohlfs, A. Gröschner & S. Ziegelbauer (Hrsg.). *Mixed Methods in der empirischen Bildungsforschung* (S. 151-164). Münster: Waxmann.

Kolbeck, E.J. (2019). *Schulung von Vermittlungsfähigkeiten Promovierender im Fach Chemie: Die Weiterbildung ‚How to communicate chemistry?'*. Berlin: Logos-Verlag.

Konrad, K. & Traub, S. (2019). *Kooperatives Lernen – Theorie und Praxis in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung*. Hohengehren: Schneider Verlag.

Korpershoeck, H., Harms, T., de Boer, H., van Kuijk, M & Doolaard, S. (2016). A Meta-Analysis of the Effects of Classroom-Management Strategies and Classroom-Management Programs on Student's Academic, Behavioral, Emotional and Motivational Outcomes, *Review of Educational Research, 87*, 643-680.

Koster, M., Makken, H., Pijl, S.J. & Van Houten, E.J. (2009a): Being part of the peer group: A literature study focusing on the social dimension of inclusion in education, *International Journal of Inclusive Education, 13*, 117-140.

Koster, M., Timmermann, M.E., Nakken, H., Pijl, S.J., van Houten, E.J.(2009b): Evaluating Social Participation of Pupils with Special Needs in Regular Primary Schools – Examination of a Teacher Questionnaire, *European Journal of Psychological Assessment, 25 (4),* 213-222.

Köster, H. & Galow, P. (2014). Forschendes Lernen initiieren – Hintergründe und Modelle offenen Experimentierens, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 144*, 24-26.

Kounin, J. S. (1976). *Techniken der Klassenführung.* Stuttgart: Klett.

Krüger, H-H., Köhler, S-M., Pfaff, N. & Zschach, M. (2007). Die Bedeutung des Übergangs von der Grundschule in die Sekundarstufe I für Freundschaftsbeziehungen von Kindern, *Zeitschrift für Pädagogik, 53 (4),* 509-521

Krull, J., Wilbert, J. & Hennemann, T. (2014a). Soziale Ausgrenzung von Erstklässlerinnen und Erstklässlern mit sonderpädagogischem Förderbedarf im Gemeinsamen Unterricht. *Empirische Sonderpädagogik, 1*, 59-75.

Krull, J., Wilbert, J. & Hennemann, T. (2014b). The Social and Emotional Situation of First Graders with Classroom Behavior Problems and Classroom Learning Disabilities in Inclusive Classes. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal, 2*, 169-190.

Krull, J., Wilbert, J. & Hennemann, T. (2018). Does social exclusion by classmates lead to behavior problems and learning difficulties? A cross-lagged panel analysis. *European Journal of Special Needs Education*. DOI: 10.1080/08856257.2018.1424780

Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.

Kulawiak, P.R. & Wilbert, J. (2015). Methoden zur Analyse der sozialen Integration von Schulkindern mit sonderpädagogischem Förderbedarf im gemeinsamen Unterricht, *Empirische Sonderpädagogik, 3*, 241-257.

Kullmann, H.; Lütje-Klose, B.; Textor, A. (2014). Eine Allgemeine Didaktik für inklusive Lerngruppen – fünf Leitprinzipien als Grundalge eines Bielefelder Ansatzes der inklusiven Didaktik, In: B. Amrhein & M. Dziak-Mahler (Hrsg.), *Fachdidaktik inklusiv*. Münster: Waxmann.

Küpper, A., Schulz, A. & Hennemann, T. (2018a). Zur Eignung astronomischer Kontexte für einen inklusiven Physikunterricht, *Astronomie + Raumfahrt im Unterricht 55 (3-4)*, 60-64.

Küpper, A., Schulz, A. & Hennemann, T. (2018b). Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus - Ein Rahmenkontext für den (inklusiven) Physikunterricht, *Astronomie + Raumfahrt im Unterricht 55 (6)*, 42-47.

Küpper, A., Ferreira-González, L., Hennemann, T., Schulz, A. (2019a). Kontext „Star Wars“ – Inklusiven Physikunterricht zu den Grundlagen der Optik mit dem „Modell dualer Unterrichtsplanung“ gestalten, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 170*, 26-31.

Küpper, A., Weck, H., Leidig, T., Hennemann, T. & Schulz, A. (2019b). Proaktives Classroom-Management - Chancen zur Realisierung eines ‚möglichst störungsfreien' inklusiven Physikunterrichts, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 170*, 44-45.

Küpper, A., Hennemann, T. & Schulz, A. (2020a). Digitale Lernhilfen entwickeln und nutzen – Beispiel eines Hilfesystems für den inklusiven (Physik-)Unterricht, *Computer + Unterricht, 117,* 23-25.

Küpper, A., Hennemann, T., Schulz, A. (2020b). (Weiter-)Entwicklung eines (digitalen) Hilfesystems für den Physikunterricht in stark heterogenen Lerngruppen der Klassen 5/6 – ein Design-Based Research-Projekt. In B. Brandt, L. Bröll & H. Dausend (Hrsg.), *Digitales Lernen in der Grundschule II – Aktuelle Trends in Forschung Praxis* (S. 188-204), Münster: Waxmann-Verlag.

Küpper, A., Hennemann, T. & Schulz, A. (2020c). Sozial Emotionales Lernen in der Lernumgebung „Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus“ im inklusiven Physikunterricht der Orientierungsstufe, *Zeitschrift für Heilpädagogik, 71*, 173-184.

Küpper, A., Schulz, A. & Hennemann, T. (im Druck): Entwicklung einer Experimentierbox zum Lösen astronomischer Problemstellungen für Lernende mit und ohne Förderbedarf, *Transfer Forschung ↔ Schule*.

Kutzer, R. (1982). Anmerkungen zum Struktur- und Niveauorientierten Unterricht. In H. Probst (Hrsg.), *Kritische Behindertenpädagogik in Theorie und Praxis. Beiträge zum gleichnamigen Studentenkongress der Fachgruppe Sonderpädagogik in Marburg 1978* (S. 29-62). Solms-Oberbiel: Jarik-Verlag.

Lauth, G.W., Brunstein, J.C. & Grünke, M. (2014). Lernstörungen im Überblick: Arten, Klassifikation, Verbreitung und Erklärungsperspektiven. In. G.W. Lauth, M. Grünke & J.C. Brunstein (Hrsg.), *Interventionen bei Lernstörungen – Förderung, Training und Therapie in der Praxis* (S. 17-31). Göttingen: Hogrefe.

Lebherz, G. (2007). Der Lernbereich Naturwissenschaften in der Schule für Lernhilfe, *Behindertenpädagogik, 46 (3/4)*, 417-422.

Leidig, T. (2019). Wie kann es gelingen? – Professionalisierung von Lehrkräften auf dem Weg zum inklusiven Schulsystem unter besonderer Berücksichtigung prozessbegleitender Fortbildungsangebote. Zugriff am 10.04.2020. Verfügbar unter https://kups.ub.uni-koeln.de/9733/

Leidig, T. & Hennemann, T. (2017). Effektive Förderung zwischen Prävention und Intervention. In A. Methner, K. Popp & B. Seebach (Hrsg.), *Verhaltensprobleme in der Sekundarstufe – Unterricht – Förderung – Intervention* (S. 106-122). Stuttgart: Kohlhammer.

Leidig, T. & Pössinger, M. (2018): Classroom-Management – Eine zentrale Gelingensbedingung für Lernen und Lehren in der Inklusion. In M. Mahler-Dziak, T. Hennemann, S. Jaster, T. Leidig & J. Springob (Hrsg): *Fachdidaktik inklusiv II – (Fach-)Unterricht inklusiv gestalten – Theoretische Annäherungen und praktische Umsetzungen* (S. 43-62). Münster, New York: Waxmann.

Leidig, T., Hennemann, T. & Hillenbrand, C. (2020). Integration sozial-emotionalen Lernens im (Fach-)Unterricht, *Zeitschrift für Heilpädagogik, 71*, 148-159.

Leisen, J. (1999): *Methodenhandbuch deutschsprachiger Fachunterricht DFU*. Varus: Bonn.

Leisen, J. (2005a). Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? Sprache und Physikunterricht, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 87*, 4-9.

Leisen, J. (2007). Lesen und Verstehen lernen – Strategien und Prinzipien zur Arbeit mit Sachtexten im Unterricht, *Pädagogik, 6*, 11-15.

Leisen, J. (2014). Wie soll ich meinen Unterricht planen? Lehr-Lern-Prozesse planen am Beispiel der Elektrizitätslehre in Physik. In U. Maier. (Hrsg.), *Lehr-Lernprozesse in der Schule: Referendariat* (S. 102-117). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Leisen, J. (2015a). Leseverstehen und Leseförderung als Aufgabe aller Fächer, *Pädagogik – Leben, 1*, 14-15.

Leisen, J. (2015b). Fachlernen und Sprachlernen – Bringt zusammen, was zusammen gehört, *MNU, 68 (3)*, 132-137.

Leisen, J. (2016a). Ein Lehr-Lern-Modell für personalisiertes Lernen durch Ko-Konstruktion im adaptiven Unterricht in heterogenen Lerngemeinschaften, *P&E Edition, 23*, 21–30.

Leisen, J. (2016b). Doppelte Sprachhürden, *bildung & wissenschaft, 4*, 22-23.

Leisen, J. (2016c). Sprachsensibilität im Fachunterricht, *Pädagogik – Leben, 2*, 13-15

Leisen, J. (2019). *Handbuch Sprachförderung im Fach – Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis - Grundlagenteil*. Stuttgart: Klett.

Leisen, J. & Berge, O.E. (2005). Kurzer Rede langer Sinn – Das Verhältnis von Verstehen und Fachsprache, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 87*, 26-27.

Leisen, J.& Seyfarth, M. (2006). Was macht das Lesen von Fachtexten so schwer? Hilfen zur Beurteilung von Texten, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 95*, 9-11.

Leiß, J. (2018). Leichte Sprache und Einfache Sprache als Differenzierungsinstrumente im inklusiven Literaturunterricht der Sekundarstufe. In M. Dziak-Mahler, T. Hennemann, S. Jaster, T. Leidig & J. Springob (2018). *(Fach-)Unterricht inklusiv gestalten – Theoretische Annäherungen und praktische Umsetzungen* (S. 145-161). Göttingen: Waxmann-Verlag.

Lew, M., Mesch, D., Johnson, D.W. & Johnson, R. (1986). Positive Interdependence, Academic and Collaborative-Skills Group Contingencies, and Isolated Students, *American Educational Research Journal, 23 (3)*, 476-488.

Lindell, R., Peak, E. & Foster, T.M. (2007). Are They All Created Equal? A Comparison of Different Concept Inventory Development Methodologies, *2006 Physics Education Research Conference, AIP Conference Proceedings, 883*, 14-17.

Lindsay, G. (2007). Educational psychology and the effectiveness of inclusive education/mainstreaming, *British Journal of Educational Psychology, 77*, 1-24.

Lipowsky, F. (1999). Lernzeit und Konzentration, *Die deutsche Schule, 91 (2)*, 232-245.

Lohmann, G. (2012): *Mit Schülern klarkommen. Professioneller Umgang mit Unterrichtsstörungen und Disziplinkonflikten* (8. Auflage). Berlin: Cornelsen.

Luther, M. (2019). *Die soziale Integration verhaltensauffälliger Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht – eine Videoanalyse zur Kontakttheorie unter besonderer Berücksichtigung der Partizipation im kooperativen Lernen*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Universität zu Köln.

Madden, N. A., & Slavin, R. E. (1983). Effects of Cooperative Learning On the Social Acceptance of Mainstreamed Academically Handicapped Students. *The Journal of Special Education, 17(2),* 171–182.

Madsen, A., McKagan, S.B. & Sayre, E.C. (2014). Best Practices for Administering Concept Inventories, *The Physics Teacher, 55 (9),* https://doi.org/10.1119/1.5011826

Mathiszik, M., Küpper, A. & Helgermann, B. (2018). Durch Sprache Inklusion im naturwissenschaftlichen Fachunterricht gestalten. In L. Heuling (Hrsg.), *Inklusive Lehr-Lern-Prozesse gestalten. Dokumentation der Schwerpunkttagung der Gesellschaft für die Didaktik der Chemie und Physik 2017* (S. 51-75). Flensburg: Flensburg University Press.

Maresch, G. (2006). Die Cognitive Load Theory – Kriterien für multimediale Lernmaterialien. Zugriff am 22.01.2018. Verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/Guenter_Maresch/publication/282662418_Die_Cognitive_Load_Theory_-_Kriterien_fur_multimediale_Lernmaterialien/links/5616d2ce08ae90469c6117cf/Die-Cognitive-Load-Theory-Kriterien-fuer-multimediale-Lernmaterialien.pdf.

Martius, T., Delvenne, K. & Schlüter, K. (2016). Forschendes Lernen – Verschiedene Konzepte, ein geinsamer Kern?, *MNU-Journal, 4*, 220-228.

Marzano, R.J. (2000). *A new era of school reform: Going where the research takes us*. Aurora: Mid-Continent Research for Education and Learning.

Marzano, R.J. (2003). *What works in schools: Translating research into action*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.

Mayer, R.E. (2014). *Multimedia Learning 2nd Edition*. Cambridge: Cambridge University Press.

Mayer, S. & Zimmermann, K. (2019). *Soziale Integration von Kindern mit Verhaltensproblemen am Beispiel Physikunterricht – Unter besonderer Berücksichtigung der Rollenverteilung und Konfliktbewältigung beim Experimentieren in Gruppe*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Universität zu Köln.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse – Grundlagen und Techniken*. Weinheim, Basel: Beltz.

McMaster, K.N. & Fuchs, D. (2002). Effects of Cooperative Learning on the Academic Achievement of Students with Learning Disabilities: An Update of Tateyama-Sniezek's Review, *Learning Disabilities Research & Practice, 17 (2),* 107-117.

Meijer, J.W. (2005). *Inclusive education and classroom practice in Secondary Education*. Middlefart: European Agency for Development in Special Needs Education.

Meijer, J.W. (2010). Special Needs Education in Europe: Inclusive Policies and Practices. *Zeitschrift Für Inklusion*, *4*(2). Zugriff am 04.01.2018. Verfügbar unter https://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/136

Methner, A. & Popp, K. (2017). Einführung in die Problematik von Verhaltensstörung in der Sekundarstufe. In A. Methner, K. Popp & B. Seebach (Hrsg.) *Verhaltensprobleme in der Sekundarstufe – Unterricht – Förderung – Intervention* (S. 19-26). Stuttgart: Kohlhammer.

Mikami, A.Y. et al. (2013). A randomized trial of a classroom intervention to increase peers' social inclusion of children with attention-deficit/hyperactivity disorder, *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 81 (1),* 100-112.

Miller, G.A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits of Our Capacity for Processing Information, *Psychological Review, 63*, 81-97.

Mirzamani, S.M., Ashoori, M. & Sereshki, N.A. (2011). The Effect of Social and Token Economy Reinforcements on Academic Achievement of Students with Intellectual Disabilities, *Iranian J Psychiatry, 6 (1)*, 25-30.

Möller, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule - Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In H. Merkens (Hrsg.), *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen* (S. 65-84). Opladen: Leske + Budrich.

MSB (2008a). Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen – Physik. Zugriff am 29.11.2016. Verfügbar unter https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/gymnasium_g8/gym8_physik.pdf [07.07.2019].

MSB (2008b). Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen – Deutsch, Sachunterricht, Mathematik, Englisch, Musik, Kunst, evangelische Religionslehre, katholische Religionslehre, Zugriff am 29.11.2016. Verfügbar unter https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/LP_GS_2008.pdf

MSB (2013). Kernlehrplan Physik für die Gesamtschule für die Sekundarstufe 1. Zugriff am 29.11.2016. Verfügbar unter https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/GE/NW/KLP_GE_NW.pdf

MSB (2015). Referenzrahmen Schulqualität NRW – Schule in NRW Nr. 9051. Zugriff am 29.11.2016. Verfügbar unter https://www.schulentwicklung.nrw.de/e/upload/referenzrahmen/download/Referenzrahmen_Veroeffentlichung.pdf

MSB (2017). Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht an allgemeinbildenden Schulen in Nordrhein-Westfalen (RISU-NRW). Zugriff am 07.03.2020. Verfügbar unter https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Recht/Schulrecht/Erlasse/RiSU-NRW_2017.pdf

MSB (2019a). Sonderpädagogische Förderung in Nordrhein-Westfalen – Statistische Daten und Kennziffern zur Inklusion – 2018/19, Zugriff am 06.03.2020. Verfügbar unter https://www.schulministerium.nrw.de/docs/bp/Ministerium/Service/Schulstatistik/Amtliche-Schuldaten/Inklusion_2018.pdf

MSB NRW (2019b). Schulgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Schulgesetz NRW - SchulG). Zugriff am 09.10.2019. Verfügbar unter https://bass.schul-welt.de/6043.htm [09.10.2019].

Muckenfuß, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext – Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin: Cornelsen.

Müller, R. (2006). Kontextorientierung und Alltagsbezug. In. H. F. Mikelskis (Hrsg.), *Physikdidaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen-Scriptor, S. 102-119.

Müller, S., Vogt, P. & Kuhn, J. (2010). Das Handy im Physikunterricht – Anwendungsmöglichkeiten eines bisher wenig beachteten Mediums, PhyDid B – Didaktik der Physik – Beträge zur DPG-Frühjahrstagung, Zugriff am 07.01.2020. Verfügbar unter http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/215.

Münchhalfen, K., Hennemann, T. & Schlüter, K. (2016): Schulgarten – inklusiv, *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 41-55.

Murmann, L. (2002). *Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen: Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe*. Berlin: Logos-Verlag.

Musenberg, O. & Riegert, J. (2015). Inklusiver Fachunterricht als didaktische Herausforderung. In J. Riegert & O. Musenberg (Hrsg.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (S. 13-28). Stuttgart: Kohlhammer Verlag.

Myschker, N. (2009). *Verhaltensstörungen bei Kindern und Jugendlichen – Erscheinungsformen, Ursachen, Hilfreiche Maßnahmen*, 6. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer.

National Research Council (2012). Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century. Zugriff am 02.03.2019. Verfügbar unter https://www.nap.edu/resource/13398/dbasse_070895.pdf

Nehring, A., Sieve, B. & Werning, R. (2017). Inklusion im Chemieunterricht – Ein Schreibgespräch zwischen Unterrichtspraktiker, Chemiedidaktiker und Sonderpädagoge, *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 162*, 2-5

Niebert, K. & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121-132). Berlin Heidelberg: Springer.

Niedderer, H. (1975). Didaktische Sachstruktur-Analyse – theoretischer Ansatz und Beispiele aus der Elektronik. In H. Dahncke (Hrsg.). *Zur Didaktik der Physik und Chemie* (S. 21-33). Hannover: Schroedel.

Niedderer, H. & Schecker, H. (2004). Physik lernen und das Vorverständnis der Schüler. In: Hößle et al. (Hrsg.), *Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften – ein Überblick* (S. 248-263). Baltmannsweiler: Schneider.

Novak, K. (2016). *UDL Now! A Teacher's Guide to Applying Universal Design for Learning in Today's Classrooms*. Wakefield: CAST Professional Publishing.

Opp, G. (2003). *Arbeitsbuch schulische Erziehungshilfe*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Osborne, J., Black, P., Smith, M. & Meadows, J. (1990). *Light – Science Process and Concept Exploration Projekt Report.* Liverpool: University Press.

Oxford Centre for Evidence-Based Medicine. (2011). *Levels of Evidence Working Group.* Zugriff am 07.06.2020. Verfügbar unter https://www.cebm.ox.ac.uk/files/levels-of-evidence/cebm-levels-of-evidence-introduction-2-1.pdf

Parker, J. & Heywood, D. (1998): The Earth and beyond: developing primary teachers' understanding of basic astronomical events, *International Journal of Science Education, 2 (5)*, 503-520.

Pauli, C. & Reusser, K. (2006). Von international vergleichenden Video Surveys zur videobasierten Unterrichtsforschung und -entwicklung, *Zeitschrift für Pädagogik, 52(6)*, 774-798.

Pawlak, F., & Groß, K. (2020). Classroom-Management für das sichere und Gemeinsame Experimentieren. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen* (S. 94–97). Regensburg: Universität Regensburg.

Payton, J., Weissberg, R.P., Durlak, J.A., Dymnicki, A.B., Taylor, R.D., Schellinger, K.B. & Pachan, M. (2008). The Positive Impact of Social and Emotional Learning for Kindergarten to Eighth-Grade Students – Findings from Three Scientific Reviews, Zugriff am 07.02.2020. Verfügbar unter https://www.casel.org/wp-content/uploads/2016/08/PDF-4-the-positive-impact-of-social-and-emotional-learning-for-kindergarten-to-eighth-grade-students-executive-summary.pdf

Pepperling, H. (2017): Achtung Inklusion: Gut gemeint ist noch nicht gut gemacht. In L. Schulze Heuling (Hrsg.): *Embracing the Other – How the Inclusive Classroom Brings Fresh Ideas to Science and Education*. Flensburg: Flensburg University Press, S. 63-76.

Petermann, U. & Petermann, F. (2013). *Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten – Manual*. Göttingen: Hogrefe.

Petermann, U. & Petermann, F. (2014). *Schülereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten – Manual*. Göttingen: Hogrefe.

Petko, D., Waldis, M., Pauli, C. & Reusser, K. (2003). Methodologische Überlegungen zur videogestützten Forschung in der Mathematikdidaktik – Ansätze der TIMSS 1999 Video Studie und ihrer schweizerischen Erweiterung, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 33 (6)*, 265-280.

Petko, D. (2006). Kameraskript. In I. Hugener, C. Pauli & K. Reusser (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie „Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis“ – 3. Videoanalysen* (S. 15-37). Frankfurt a.M.: GFPF, DIPF.

Pettigrew, T.F. & Tropp, L.R. (2005). Allport's Intergroup Contact Hypothesis: Its History and Influence. In J.F. Dovido, P. Glick, L.A. Rudman (Hrsg.), *On the Nature of Prejudice – Fifty Years after Allport* (S. 262-277). Malden, Oxford, Carlton: Blackwell Publishing.

Pettigrew, T.F. & Tropp, L.R. (2006). A Meta-Analytic Test of Intergroup Contact Theory, *Journal of Personality and Social Psychology, 90 (5)*, 751-783.

Pfisterer, S. (2014). Eine Digitale Agenda für die Schule. In J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 15-20). Hamburg: Verlag Joachim Herz Stiftung.

Plomp, T. (2010). Educational Design Research: an Introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Hrsg), *An Introduction to Educational Design Research* (S. 9-35). Enschede: SLO.

Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hußmann, S., Thiele, J. & Ralle, B. (2012): Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell, *MNU 65 (8)*, 452–457.

Puddu, S. (2017). *Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom – Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry*. Berlin: Logos.

Puentedura, R. (2014). SAMR in the Classroom. Zugriff am 14.02.2019. Verfügbar unter http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/08/27/SAMRInTheClassroom.pdf

Putnam, J.W., Markovchick, K., Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (1996). Cooperative Learning and Peer Acceptance of Students with Learning Disabilities, *The Journal of Social Psychology, 136 (6)*, 741-752.

Raab-Steiner, E. & Benesch, M. (2015). *Der Fragebogen: Von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung*. Wien: facultas Universitätsverlag.

Ramadas, J. & Driver, R. (1989). *Aspects of Secondary Students' Ideas about Light*. University of Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education.

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W. & Naumann, E. (2014a). *Quantitative Methoden 1 – Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. Berlin Heidelberg: Springer.

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W. & Naumann, E. (2014b). *Quantitative Methoden 2 – Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. Berlin Heidelberg: Springer.

Rauer, W. & Schuck, K.-D. (2003): *FEESS 3-4 Fragebogen zur Erfassung emotionaler und sozialer Schulerfahrungen von Grundschulkindern dritter und vierter Klasse Manual*. Beltz Test GmbH, Göttingen.

Rauer, W. & Schuck, K.-D. (2004): *FEESS 1-2 Fragebogen zur Erfassung emotionaler und sozialer Schulerfahrungen von Grundschulkindern erster und zweiter Klasse Manual*. Beltz Test GmbH, Göttingen.

Rauer, W. & Schuck, K.-D (2016): Weiterentwicklung der Fragebögen zur Erfassung emotionaler und sozialer Schulerfahrungen zu einem Instrument für 5. und 6. Klassen. In: D. Zimmermann et al. (Hrsg): *Ausgrenzung und Teilhabe - Perspektiven einer kritischen Sonderpädagogik auf emotionale und soziale Entwicklung* (S. 132 – 145). Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag.

Reicher, H. (2010a). *Sozial-emotionales Lernen im Kontext inklusiver Pädagogik: Potenziale und Perspektiven.* Graz: Grazer Universitätsverlag.

Reicher, H. (2010b): Building inclusive education on social and emotional learning: Challenges and perspectives – A review, *International Journal of Inclusive Education, 14 (3)*, 213-246.

Reicher, H. & Matischek-Jauk, M. (2018). Sozial-emotionales Lernen in der Schule – Konzepte – Potenzial – Evidenzbasierung. In M. Huber & S. Krause (Hrsg.), *Bildung und Emotion* (S. 249-268). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung, *Unterrichtswissenschaft, 1*, 52-69.

Reinmann, G. (2017). Design-based Research. In D. Schemme & H. Novak (Hrsg.), *Gestaltungsorientierte Forschung – Basis für soziale Innovationen. Erprobte Ansätze im Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis* (S. 49-61). Bielefeld: Bertelsmann

Rincke, K., Wodzinski, R. (2010). Schülerexperimente: Wege und Wirkungen von Unterstützungsmaßnahmen. In D. Höttecke (Hrsg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* (S. 242-244). Münster: LIT-Verlag.

Röhr, M. (1995). *Kooperatives Lernen im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Rohrbach-Lochner, F. (2019). *Design-Based Research zur Weiterentwicklung der chemiedidaktischen Lehrerausbildung zu Schülervorstellungen – Entwicklung und Evaluation eines an Forschendem Lernen orientierten Seminarkonzepts*. Berlin: Logos-Verlag:

Romrell, D., Kidder, L. & Wood, E. (2014). The SAMR Model as a Framework for Evaluating mLearning, *Journal of Asynchronous Learning Networks, 18 (2)*, 1-15.

Roseth, C.J., Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (2008). Promoting Early Adolescents' Achievement and Peer Relationships – The Effects of Cooperative, Competitive, and Individualistic Goal Structures, *Psychological Bulletin, 134 (2)*, 223-246.

Rost, D.H. (2013). *Interpretation und Bewertung pädagogisch-psychologischer Studien*. Weinheim: Beltz, UTB.

Rost, J., Walter, O., Carstensen, C.H., Senkbeil, M & Prenzel, M. (2004). Naturwissenschaftliche Kompetenz. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H.-J. Rolff, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003 – Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 111-146). Münster: Waxmann.

Rott, L. (2018): *Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren. Die Unterrichtskonzeption „choice2explore"*. Berlin: Logos-Verlag.

Rott, L., & Marohn, A. (2016). Inklusiven Unterricht entwickeln und erproben – Eine Verbindung von Theorie und Praxis im Rahmen von Design-Based Research. *Zeitschrift Für Inklusion*, 4, Zugriff am 02.05.2019. Verfügbar unter https://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/325

Rott, L. & Marohn (2017). Choice^{2}explore – eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtskonzeption für den inklusiven Sachunterricht, *GDSU-Journal, 7*, 105-116.

Saleh, M., Ard, W.Z., & De Jong, T. (2005). Effects of within-class ability grouping on social interaction, achievement, and motivation, *Instructional Science, 33*, 105–119.

Sasse, A. & Schulzeck, U (2013). Differenzierungsmatrizen als Modell der Planung und Reflexion inklusiven Unterrichts – zum Zwischenstand in einem Schulversuch. In A. Jantowski (Hrsg.). *Thillm.2013 – Gemeinsam leben. Miteinander lernen* (S. 13-22). Bad Berka: Thüringer Institut für Lehrerfortbildung.

Saye, J.W. & Brush, T. (2002). Scaffolding Critical Reasoning About History and Social Issues in Multimedia-Supported Learning Environments, *Educational Technology Research and Development, 50 (3)*, 1042-1629.

Schaarschmidt, U. (2005). *Halbtagsjobber? Psychische Gesundheit im Lehrerberuf – Analyse eines veränderungsbedürftigen Zustands*. Weinheim: Beltz.

Schaffner, E., Schiefele, U., Drechsel, B. & Artelt, C. (2004). Lesekompetenz. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H.-J. Rolff, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003 – Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 93-110). Münster: Waxmann.

Schanze, S., & Girwidz, R. (2018). Lernen mit digitalen Medien. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.). *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 177-192). Berlin, Heidelberg: Springer.

Schaumburg, H. (2017). Chancen und Risiken digitaler Medien in der Schule - Medienpädagogische und –didaktische Perspektiven. In: Bertelsmann Stiftung (Hrsg.), *Individuell fördern mit digitalen Medien – Chancen, Risiken, Erfolgsfaktoren* (S. 19-94). Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.

Schecker, H. (2014). Überprüfung der Konsistenz von Itemgruppen mit Cronbachs α. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin: Springer.

Schlömerkemper, J. (1987). *Lernen im Team-Kleingruppen-Modell – Biographische und empirische Untersuchungen zum Sozialen Lernen in der integrierten Gesamtschule Göttingen-Geismar*. Verlag Peter-Lang: Frankfurt.

Schlüter, A-K., Melle, I., Wember, F.B. (2016). Unterrichtsgestaltung in Klassen des Gemeinsamen Lernens: Universal Design for Learning, *Sonderpädagogische Förderung heute, 3*, 270-285.

Schlüter, A-K. & Melle, I. (2017). Luft ist komprimierbar – Beispiele für die Umsetzung des Universal Design for Learning, *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 162*, 36-39.

Schmeinck, D. & Hennemann, T. (2014). "Was sollen wir denn noch alles können?!" Kompetenzen in der Lehrerbildung aus Sicht der Sonderpädagogik und des Sachunterrichts. In A. Bresges, B. Dilger, T. Hennemann, J. König, H. Lindner, A. Rohde & D. Schmeinck (Hrsg), *Kompetenzen diskursiv. Terminologische, exemplarische und strukturelle Klärungen in der LehrerInnenbildung* (S. 49-80). Münster: Waxmann Verlag.

Schmidt, B. (2014). *Physikunterricht in schwierigen Lehr- und Lernsituationen – Eine Studie über den Physikunterricht in Förderschulen mit dem Förderschwerpunkt der emotionalen und sozialen Entwicklung*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.

Schmidt-Atzert, L. & Amelang, M. (2012). Diagnostische Verfahren. In L. Schmidt-Atzert & M. Ameland (Hrsg.), *Psychologische Diagnostik*, 5. Auflage (S. 175-357). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Schmidt, S. & Parchmann, I. (2011): Schülervorstellungen – Lernhürde oder Lernchance?, *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 60 (3)*, 15-20.

Schmidt-Borcherding, F., Hänze, M., Wodzinski, R. & Rincke, K. (2013). Inquiry scaffolds in laboratory tasks: an instance of a „worked laboratory guide effect“?, *European Journal of Psychology of Education, 28*, 1381-1395.

Schmitt, N. (1996). Uses and abuses of coefficient alpha, *Pyschologicial Assesment, 8 (4)*, 350-353.

Schneider, H.-D. (1975): *Kleingruppenforschung*. Stuttgart: Teubner.

Scruggs, T.E., Mastropieri, M.A. & Okolo, C.M. (2008). Science and Social Studies for Students with Disabilities, *Focus on exceptional children, 41 (2)*, 1-23.

Schoon, K.J. (1992). Students' alternative conceptions of earth and space. *Journal of Geological Education, 40*, 209-214.

Schulz-Wensky, G. (1996). Gruppenunterricht – Viel mehr als Wissensvermittlung. In A. Ratzki, W. Keim, M. Mönkemeyer, B. Neißer, G. Schulz-Wensky, H. Wübbels (Hrsg.), *Team-Kleingruppen-Modell Köln-Holweide – Theorie und Praxis* (S. 101-117), Verlag Peter Lang: Stuttgart.

Schulz-Zander, R. & Preussler, A. (2005). Selbstreguliertes und kooperatives Lernen mit digitalen Medien – Ergebnisse der SITE-Studie und der SelMa-Evaluation, *Jahrbuch Medienpädagogik, 4*, 211-228.

Schuppener, S., Goldbach, A. & Bock, B.M. (2018). Leichte Sprache – ein Mittel zur Barrierefreiheit? In: I. Bosse, J-R. Schluchter & I. Zorn (Hrsg.), *Handbuch Inklusion und Medienbildung* (S. 216-222). Stuttgart: Beltz.

Schwab, Y. & Elias, M. (2015). From Compliance to Responsibility: Social-Emotional Learning and Classroom-Management. In E. T. Emmer & E. J. Sabornie (Hrsg.), *Handbook of Classroom-Management* (2nd Edition) (S. 94-115). New York: Routledge.

Schweder, S. (2014). Individuelle Lernzeit strukturieren. Instrumente zur Bewertung und Unterstützung selbstständigen Arbeitens, *Pädagogik, 5*, 40-43.

Seidel, T. & Thiel, F. (2017). Standards und Trends der videobasierten Lehr-Lernforschung. In T. Seidel & F. Thiel (Hrsg.), *Videobasierte Unterrichtsforschung. Analysen von Unterrichtsqualität, Gestaltung von Lerngelegenheiten und Messung professionellen Wissens* (S. 1-21). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Seitz, S. (2014). Leichte Sprache? Keine einfache Sache, *Aus Politik und Zeitgeschichte, 9-11*, 3-6

Selley, N. J. (1996a). Children's Ideas on Light and Vision, *International Journal of Science Education, 18 (6)*, 713-723.

Selley, N. J. (1996b). Towards a Phenomenography of Light and Vision, *International Journal of Science Education, 18 (6)*, 713-723.

Sjoberg, S. & Schreiber, C. (2010). The ROSE projekt – an overview and key findings. Zugriff am 12.11.2016. Verfügbar unter http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf

Sklad, M., Diekstra, R., De Ritter, M., Ben, J. (2012). Effectiveness of school-based universal social, emotional, and behavioral programs: do they enhance students' development in the area of skill, behavior, and adjustment?, *Psychology in Schools*, 49 (9), 892-909.

Slavin, R.E. (1993). Kooperatives Lernen und Leistung: Eine empirisch fundierte Theorie. In G.L. Huber (Hrsg.) *Neue Perspektiven der Kooperation* (S. 151-170). Hohengehren: Schneider Verlag.

Slavin, R.E. (1995). *Cooperative Learning*. Boston: Allyn & Bacon.

Soares, D.A., Harrison, J.R., Vannest, K.J. & McClelland, S.S. (2016). Effect Size for Token Economy Use in Contemporary Classroom Settings: A Meta-Analysis of Singel-Case Research, *School Psychology Review, 45 (4)*, 379-399.

Spägele, E. (2008): Naturwissenschaftliches Vorverständnis von Schulanfängern, Dissertation, Pädagogische Hochschule Weingarten. Zugriff am 29.4.2019. Verfügbar unter https://hsbwgt.bsz-bw.de/files/34/DissertationSpaegele.pdf

Sparfeldt, J.R., Rost, D.H., Schleebusch, R. & Heise, A-L. (2012). Lehrerbeurteiltes Schülerverhalten. Eine Evaluation der „Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten" (LSL), *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 59(2)*, 146-158.

Spilles, M. & Leidig, T. (2020). Förderung von Lesekompetenz und Soziabilität durch tutorielle Lernverfahren - Hinweise zur Unterrichtsgestaltung. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 71*, 185-199.

Spreer, M. & Glück, C.W. (2017). Sprachliches Verhalten. In A. Methner, K. Popp & B. Seebach (Hrsg.), *Verhaltensprobleme in der Sekundarstufe – Unterricht – Förderung – Intervention* (S. 106-122). Stuttgart: Kohlhammer.

Stahly, L., Krockover, G., & Shepardson, D. (1999). Third Grade Students' Ideas about the Lunar Phases, *Journal of Research in Science Teaching, 36(2)*, 159-177.

Stang, H. & Urhahne, D. (2016). Wie gut schätzen Lehrkräfte Leistung, Konzentration, Arbeits- und Sozialverhalten ihrer Schülerinnen und Schüler ein? Ein Beitrag zur diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften, *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 63*, 204-219.

Stäudel, L. & Wodzinski, R. (2010). Komplexität erhalten und gezielt unterstützen: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In T. Bold, K. Kansteiner-Schänzlin, M. Kleinknecht, B. Kohler & A. Nold (Hrsg.). *Selbstbestimmung*

und Classroom-Management – Empirische Befunde und Entwicklungsstrategien zum guten Unterricht (S. 236-253). Bad Heilbrunn: Klinhardt

Steele, M.M. (2004). Teaching Science to Students with Learning Problems in the Elementary Classroom, *Preventing School Failure, 49 (1),* 19-21.

Steininger, R & Lembens, A (2013): Warum wird Wein "sauer"? Concept Cartoons als Gesprächsanlässe im kompetenzorientierten Chemieunterricht, *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 133*, 22-26.

Stephan, W.G. & Stephan, C.W. (2005). Intergroup Relations Program Evaluation. In J.F. Dovido, P. Glick, L.A. Rudman (Hrsg.), *On the Nature of Prejudice – Fifty Years after Allport* (S. 431-446). Malden, Oxford, Carlton: Blackwell Publishing.

Steukmann, C. (2020). *Soziale Integration in Kleingruppen – Analyse der Lehrkraftperspektive zur Gruppenarbeit in der Lernumgebung „Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus"*. Unveröffentlichte Masterarbeit, Universität zu Köln.

Stevens, R.J. & Slavin, R.E. (1995). The Cooperative Elementary School: Effects on Students' Achievement, Attitudes, and Social Relations, *American Educational Research Journal, 32 (2),* 321-351.

Stokes, E.D. (1997). *Pasteur's Quadrant*. Washington DC: Brookings Institution Press.

Strunck, U., Lück, G. & Demuth, R. (1998). Der naturwissenschaftliche Sachunterricht in Lehrplänen, Unterrichtsmaterialien und Schulpraxis – Eine quantitative Analyse der Entwicklung in den letzten 25 Jahren, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 4*, 69-80

Sutherland, K.S., Wehby, J.H. & Gunter, P.L. (2000). The Effectiveness of Cooperative Learning with Students with Emotional and Behavioral Disorders: A Literature Review, *Behavioral Disorders, 25 (3),* 225-238.

Sweller, J. (2010). Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances. In J. Plass, R. Moreno, R. Brünken (Hrsg.), *Cognitive Load Theory* (S. 29 - 47). Cambridge: Cambridge University Press.

Taber K. S., (2002), *Chemical misconceptions –prevention, diagnosis and cure: Theoretical background*, vol. 1. London: Royal Society of Chemistry.

Tateyama-Sniezek, K. M. (1990). Cooperative learning: Does it improve the academic achievement of students with handicaps? *Exceptional Children, 56* (5), 426–437.

Thamm, J., Albers, S., Flott-Tönjes, U., Ludwig, M., Storcks-Kemming, B. & Witt, H. (2019): Duale Planungskompetenz versus Primat der Fachlichkeit – Reduktion auf einen „fachlichen Unterstützungsbedarf*", Zeitschrift für Heilpädagogik, 70(4),* 194-204.

Therrien, W.J., Taylor, J.C., Hosp, J.L., Kaldenberg, E.R. & Gorsh, J. (2011). Science Instruction for Students with Learning Disabilities: A Meta-Analysis, *Learning Disabilities Research & Practice, 26 (4),* 188-203.

Therrien, W.J., Taylor, J.C., Watt, S. & Kaldenberg, E.R. (2013). Science Instruction for Students With Emotional and Behavioral Disorders, *Remedial and Special Education, 35(1),* 15-27.

Treagust, D.F. (1988) Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science, *International Journal of Science Education, 10 (2),* 159-169

Trundle, K. C., & Troland, T. H. (2005). The moon in children's literature, *Science and Children, 43 (2),* 40-43.

Tschentscher, C. & Kulgemeyer, C. (2014). Mit Heterogenität beim Experimentieren umgehen – Hilfen und Tipps zur Erstellung differenzierter Versuchsanleitungen, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 144*, 19-23.

Türck, V., Theyßen, H. & Schreiber, N. (2018). Experimentieren im inklusiven Physikunterricht – Gestaltung von Unterrichtsmaterial an einem Beispiel aus der Optik, *MNU Journal, 5*, 311-316.

Urban, M. (20). Konzeption & Evaluation eines Trainings zur Prävention von Gefühls- und Verhaltensstörungen durch Förderung sozialer und emotionaler Kompetenzen unter Berücksichtigung fachbezogener Lerninhalte des Deutsch- und Sachunterrichts in 3./4. Klassen (inklusiver) Grundschulen, Dissertation, Universität zu Köln. Zugriff am 06.02.2020. Verfügbar unter https://kups.ub.uni-koeln.de/6276/1/Mareike_Urban_Das_Ben_und_Lee-Training._Konzeption_und_Evaluation.pdf

Urban, M., Hövel, D.C. & Hennemann, T. (2020). Ben & Lee: Ein Programm zur systematischen Förderung emotionaler und sozialer Kompetenzen im Deutsch- und Sachunterricht für die 3. und 4. Klasse, *Zeitschrift für Heilpädagogik, 4*, 160-172

Urban, M. & Leidig, T. (2017). Die duale Unterrichtsplanung am Beispiel der sozialen und emotionalen Entwicklungsförderung - didaktische Gestaltungsmöglichkeiten für den inklusiven Unterricht. *Potsdamer Zentrum für Inklusionsforschung (ZEIF)*, 5, Zugriff am 29.10.2018. Verfügbar unter http://www.uni-potsdam.de/fileadmin01/projects/inklusion/PDFs/ZEIF-Blog/Urban_Leidig_2017_Die_duale_Unterrichtsplanung.pdf

van Ophuysen, S. & Harazd, B. (2011). Der Übergang von der Grundschule zur weiterführenden Schule – Gestaltung, Beratung, Diagnostik. Zugriff am 16.01.2020. Verfügbar unter http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_OpHar.pdf

Venetz, M., Zurbriggen, C., Eckhart, M. (2014). Entwicklung und erste Validierung einer Kurzversion des „Fragebogens zur Erfassung von Dimensionen der Integration von Schülern (FDI 4-6)“, *Empirische Sonderpädagogik, 6 (2)*, 99-113.

van den Akker J. (1999) Principles and Methods of Development Research. In: van den Akker J., Branch R.M., Gustafson K., Nieveen N., Plomp T. (Hrsg.), *Design Approaches and Tools in Education and Training* (S. 1-14). Dordrecht: Springer.

von Salisch, M. (2008). Welchen Einfluss haben Peers auf Verhaltensauffälligkeiten im Kindes- und Jugendalter?. In B. Gasteiger-Klicpera, H. Julius, C. Klicpera (Hrsg.), *Sonderpädagogik der sozialen und emotionalen Entwicklung* (S. 99-111). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

von Salisch, M., Seiffge-Krenke, I. (1996). Freundschaften im Kindes- und Jugendalter: Konzepte, Netzwerke, Elterneinflüsse, *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 43*, 85-99.

von Weizsäcker, C.F. (1972). *Die Einheit der Natur*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Volpe, R.J., Casale, G., Mohiyeddini, C., Grosche, M, Hennemann, T., Briesch, A.M., Daniels, B. (2017). A universal behavioral screener linked to personalized classroom interventions: Psychometric characteristics in a large sample of German schoolchildren, *Journal of School Psychology, 66*, 25-40.

Waldis, M., Gautschi, P., Hodel, J. & Reusser, K. (2008). Die Erfassung von Sichtstrukturen und Qualitätsmerkmalen im Geschichtsunterricht – Methodische

Überlegungen am Beispiel der Videostudie „Geschichte und Politik im Unterricht“. In. H. Günther-Arndt & M. Sauer (Hrsg.), *Geschichtsdidaktisch empirisch. Untersuchungen zum historischen Denken und Lernen* (S. 155-188). Berlin: Lit-Verlag.

Weinert, F.E. (1998). Lehrerkompetenz als Schlüssel der inneren Schulreform. *Schulreport, 2/98*, S. 24-27.

Weinert, F.E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17-31). Weinheim und Basel: Beltz-Verlag.

Weissberg, R.P., Durlak, J.A., Domitrovich, C.E. & Gullotta, T.P. (2017). Social and Emotional Learning: Past, Present, and Future. In J.A. Durlak, C.E. Domitrovich, R.P. Weissberg & T.P. Gullotta (Hrsg.). Handbook of social and emotional learning: Research and practice (S. 3-19). New York, London: The Guilford Press.

Welzel, M. et al. (1998). Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden – Ergebnisse einer europäischen Umfrage, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 4 (1)*, 29-44.

Wember, F.B. (2013). Herausforderung Inklusion: Ein präventiv orientiertes Modell schulischen Lernens und vier zentrale Bedingungen inklusiver Unterrichtsentwicklung, *Zeitschrift für Heilpädagogik, 10*, 380-388.

Werning, R. & Bannach, M. (1994). Möglichkeiten des entdeckenden Lernens im Sachunterricht der Primarstufe der Schule für Lernbehinderte. In D. Schmetz & P. Wachtel (Hrsg.), *Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf – Unterricht mit Lernbehinderten*. Rheinbreitbach: Verlag Dürr & Kessler

Werning, R. & Lütje-Klose, B. (2006). *Einführung in die Pädagogik bei Lernbeeinträchtigungen*. München: Ernst Reinhardt Verlag.

Werning, R. & Lütje-Klose, B. (2016). Entdeckendes Lernen. In U. Heimlich & F. Wember (Hrsg.), *Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen – Ein Handbuch für Studium und Praxis* (S. 149-162). Stuttgart: Kohlhammer.

Whitelegg, E. & Perry, M. (1999). Real-life contexts for learning physics: meanings, issues and practice, *Physics Education, 34 (2)*, 68-72

Wiesner, H. (1995). Physikunterricht an Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten orientiert, *Unterrichtswissenschaft 23(2)*, 127-145.

Wiesner, H. & Claus, J. (1985). Vorstellungen von Schatten und Licht bei Schülern der Primarstufe, *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 13(9)*, 318-322.

Wilbert, J. (2010). *Förderung der Motivation bei Lernstörungen*. Stuttgart: Kohlhammer.

Wilde, D. (2005): Classroom-Management – die Klasse erfolgreich führen, *Grundschule, 2*, 10-16

Wilhelm, T. & Hopf, M. (2014). Design-Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftlichen Forschung* (S. 31-41). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Willand, H. (1986): Zur Situation der naturwissenschaftlichen Bildung in Sonderschulen, *Zeitschrift für Heilpädagogik, 37 (8)*, 535– 546.

Wille, N., Bettge, S., Ravens-Sieberer, U. & BELLA study group (2008). Risk and protective factors for children’s and adolescents’ mental health: results of the BELLA study, European *Child & Adolescent Psychiatry, 17*, 133-147.

Wocken, H. (2013). *Das Haus der inklusiven Schule*. Hamburg: Feldhaus.

Wodzinski, R. (2006a). Zwischen Sachunterricht und Fachunterricht – Naturwissenschaftlicher Unterricht im 5. und 6. Schuljahr, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 93,* 4–9.

Wodzinski, R. (2006b). Auf dem Weg zur Physik – Physikalische Themen im Sachunterricht, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 93,* 10–13.

Wodzinski, R. (2013): Lernen mit gestuften Hilfen, *Physik Journal, 12,* 45-49.

Wygotski, L. (1987). *Ausgewählte Schriften, Band 2: Arbeiten zur psychischen Entwicklung der Persönlichkeit*. Köln: Pahl-Rugenstein.

Yahya, L. (2008). Mit Schülern experimentieren – Ein Dokumentationsbogen hilft den Unterricht zu planen, *Praxis Förderschule, 3*, 17-19.

Yuker, H.E. (1988). *Attitudes toward persons with disabilities*. New-York: Springer-Verlag.

Ziemen, K. (2017a). Inklusion. In. K. Ziemen (Hrsg.), *Lexikon Inklusion* (S. 101-102). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Ziemen, K. (2017b). Inklusive Didaktik. In. K. Ziemen (Hrsg.), *Lexikon Inklusion* (S. 107-109). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Zins, J. E., Weissberg, R. P., Wang, M. C. & Walberg, H. J. (2004). *Building academic success on social and emotional learning. What does the research say?* New York: Teachers College Press.

Zwingenberger, A. (2009). *Wirksamkeit multimedialer Lernumgebungen – Kritische Bestandsaufnahme und Metaanalyse empirischer Evaluationsstudien*. Münster: Waxmann.

Anhang: Übersicht

A: Entwickelte Unterrichtsmaterialien aus dem 3. Mesozyklus

B: Codierleitfaden aus dem 1. Mesozyklus zum Lern- und Arbeitsverhalten (MESO1_AV)

C: Codierleitfaden aus dem 1. Mesozyklus zur Selbstständigkeit und dem Hilfesystem (MESO1_S)

D: Codierleitfaden aus dem 1. Mesozyklus zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft (MESO1_SIH)

E: Codierleitfaden für die Zwischenerhebung für Regeln, Routinen und Konsequenzen (ZU_RRK)

F: Codierleitfaden aus dem 2. Mesozyklus zu Präkonzepten und Vorstellungen im Pre- und Post-Test (MESO2_PK)

G: Codierleitfaden aus dem 2. und 3. Mesozyklus zur quantitativen Auswertung des Kompetenzzuwachses zum Umgang mit Fachwissen

H: Codierleitfaden aus dem 2. Mesozyklus zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft (MESO2_SIH)

I: Codierleitfaden aus dem 2. Mesozyklus zur Selbstständigkeit und dem Hilfesystem (MESO2_S)

J: Codierleitfaden aus dem 2. Mesozyklus zu den Experimentiermaterialien und dem Arbeitsheft (MESO2_EA)

K: Checkliste zur Optimierung eines Hilfesystems für den Physikunterricht und den Förderschwerpunkt Lernen aus Bonacker et al. (2019).

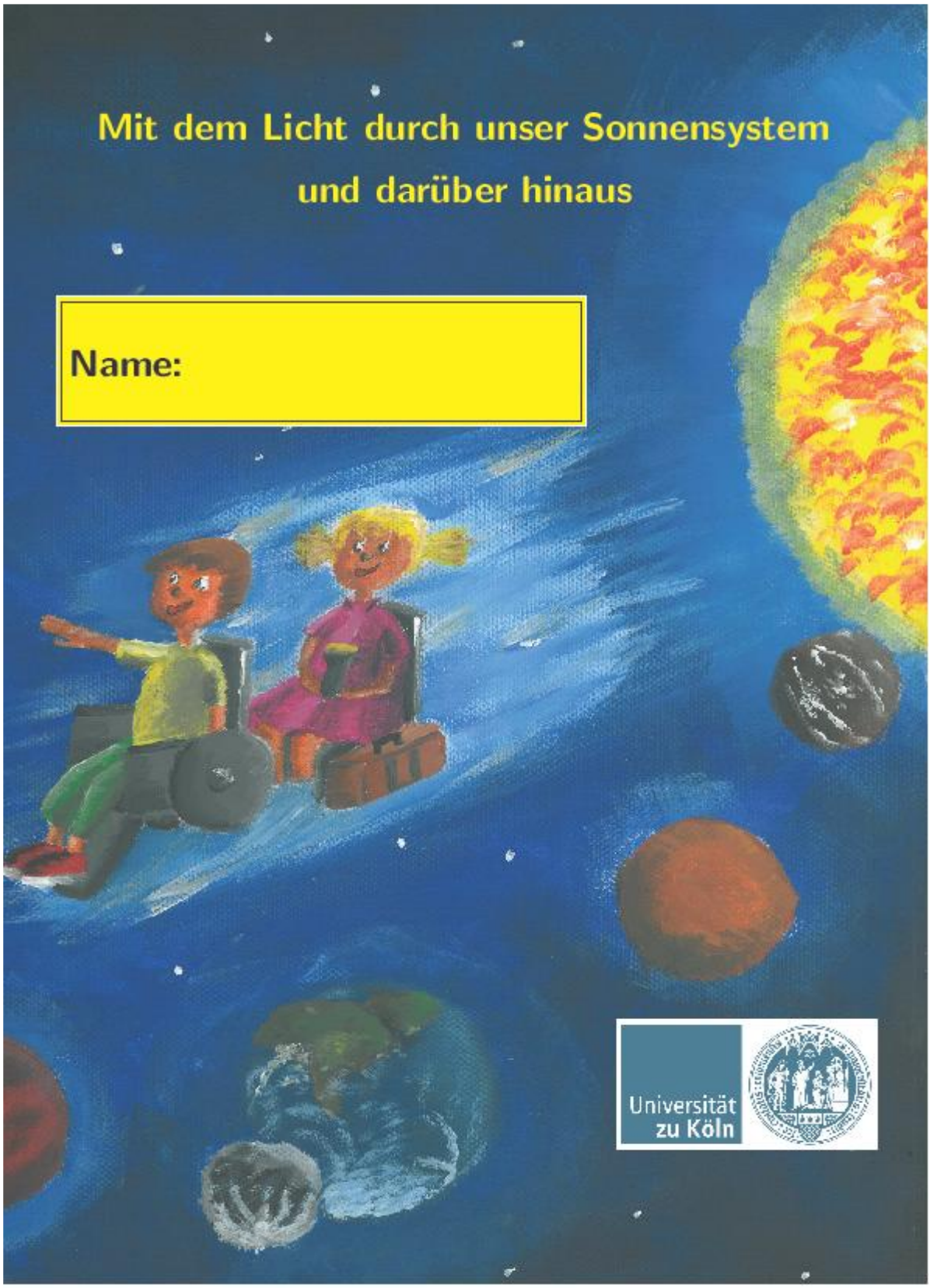
L: Kameraskript

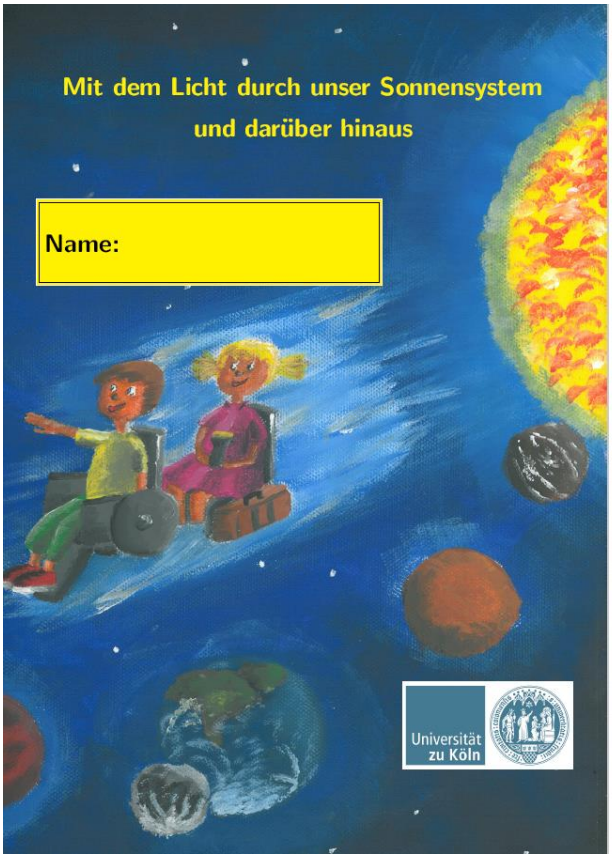
M: Codierleitfaden aus dem 3. Mesozyklus zur sozialen Integration in den Videoaufnahmen

N: Codierleitfaden aus dem 3. Mesozyklus zur Selbstständigkeit in den Videoaufnahmen

A Arbeitsheft aus dem 3. Mesozyklus

Auf den folgenden Seiten finden sich die Arbeitsmaterialien, welche für den 3. Mesozyklus genutzt wurden.





Trage am Ende jeder Stunde ein, welche Aufgaben / Experimente du gemacht hast.

Aufgabe (Aufg.) **Experiment** (Exp.)	**Bearbeitet am**	**Gesehen von der Lehrkraft**	(Gegebenenfalls) **Korrigiert am**
Aufg. Himmel 1			
Aufg. Sonne 1			
Exp. Sonne 1			
Aufg. Sonne 2			
Exp. Sonne 2			
Aufg. Sonne 3			
Aufg. Merkur/Venus 1			
Exp. Merkur/Venus 1			
Aufg. Merkur/Venus 2			
Aufg. Merkur/Venus 3			
Exp. Erde/Mond 1			
Aufg. Erde/Mond 1			
Exp. Erde/Mond 2			
Aufg. Erde/Mond 2			
Aufg. Erde/Mond 3			
Exp. Erde/Mond 3			
Aufg. Erde/Mond 4			
Exp. Erde/Mond 4			
Aufg. Erde/Mond 5			
Aufg. Erde/Mond 6			
Aufg. Erde/Mond 7			
Aufg. Erde/Mond 8			
Exp. Erde/Mond 5			
Aufg. Erde/Mond 9			
Aufg. Erde/Mond 10			
Aufg. Erde/Mond 11			
Exp. Erde/Mond 6			
Aufg. Erde/Mond 12			
Aufg. Erde/Mond 13			
Exp. Erde/Mond 7			
Aufg. Erde/Mond 14			
Aufg. Erde/Mond 15			
Aufg. Erde/Mond 16			
Exp. Erde/Mond 8			
Aufg. Erde/Mond 17			
Aufg. Erde/Mond 18			
Aufg. Mars/Jupiter 1			
Aufg. Saturn 1			
Exp. Saturn 1			
Aufg. Saturn 2			
Aufg. Saturn 3			
Aufg. Uranus/Neptun 1			
Aufg. „Erde 2.0"			
Aufg. Himmel 2			

Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus

Ein Arbeitsheft zum Optikunterricht der Klassen 5/6

Erarbeitet von:
Alexander Küpper

Unter Beratung von:
Prof. Dr. Andreas Schulz, Argelander-Institut für Astronomie, Bonn
Prof. Dr. Thomas Hennemann, Universität zu Köln

Universität zu Köln

Bildgestaltung auf den Umschlagseiten: Miriam Jähnig, Erftstadt, 2017. Hinweise zu den übrigen Bildquellen findet man auf der letzten Seite dieses Arbeitshefts.

Entwicklung und Gestaltung: Alexander Küpper
Institut für Physikdidaktik
Universität zu Köln
Adresse: Gronewaldstr. 2
50931 Köln
Email: alexander.kuepper@uni-koeln.de
Druck: -
Stand: Oktober 2018

Lieber Schüler, liebe Schülerin,

in diesem Arbeitsheft gehst du zusammen mit dem Sonnenlicht auf eine spannende Reise durch unser Sonnensystem.
Hierbei lernst du die verschiedenen Planeten unseres Sonnensystems und einige der Monde kennen.
Außerdem beschäftigst du dich damit, wie Physiker Außerirdische suchen.

Im Arbeitsheft findest du Experimente und Übungsaufgaben.
Die Experimente werden in Kleingruppen von 3 bis 4 Schülern und Schülerinnen durchgeführt.
In dem Arbeitsheft ist aber oft keine klare Anleitung für die Experimente gedruckt.
Ihr sollt euch selber die Experimente zu den genannten Problemen überlegen.

Im Arbeitsheft gibt es Aufgaben und Tempoaufgaben (mit einem grauen Hintergrund).
Die Aufgaben musst du alle bearbeiten. Die Tempoaufgaben sind für die von euch gedacht, die schon mit den Aufgaben fertig sind.

Ob die Aufgaben und Experimente in Einzel- oder Gruppenarbeit erarbeitet werden sollen, kannst du an den folgenden Symbolen sehen:

Einzelarbeit

Gruppenarbeit

Experimente müssen immer mit der ganzen Gruppe bearbeitet werden.
Bei einem Experiment braucht ihr einen Experimentierkoffer.
Ob ihr einen Experimentierkoffer braucht, erkennt ihr an folgendem Symbol.

Experimentierkoffer

Nach einem Experiment müsst ihr den Experimentierkoffer sofort wieder nach vorne bringen.

Um dich bei den Aufgaben und Experimenten zu unterstützen, wurden viele Hilfen für dich erarbeitet.
Welche Art von Hilfe es für welche Aufgabe gibt, kannst du an den folgenden Symbolen erkennen:

Du findest die Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad vorne am Lehrerpult.
Die Anzahl der gelben Sterne zeigt dir die Schwierigkeit an.

Bei dieser Aufgabe helfen dir Hilfekarten.
Du findest die Hilfekarten auf deinem Tablet oder deinem Smartphone.
Scanne hierzu mit einem QR-Code-Reader die QR-Codes an der jeweiligen Aufgabe.
Dann wirst du zur Hilfe weitergeleitet.

Viel Spaß bei deiner Reise durch unser Sonnensystem!

Ein Blick in den Himmel

Aufgabe Himmel 1: –
Du liegst einen ganzen Tag und eine ganze Nacht auf einer Wiese und schaust nach oben.

(a) **Zähle auf**: Was siehst du am Himmel?

(b) Wenn du die Hilfekarten bei Aufgabenteil (a) nicht benutzt hast: **Scanne** den QR-Code aus Aufgabe (a) ab.

(c) **Schaue** dir die Hilfekarten zu Aufgabe (a) an. **Schreibe** alle Objekte am Himmel auf, die du bei Aufgabe (a) **nicht** aufgeschrieben hast.

Tempoaufgabe:
Trage in der Tabelle **ein**: Welche Objekte aus **Aufgabe Himmel 1 (a) und (c)** siehst du am Tag? Welche der Objekte aus **Aufgabe Himmel 1 (a) und (c)** siehst du in der Nacht?

Tag	Nacht

Unser Stern die Sonne

Aufgabe Sonne 1: –
Vor sehr langer Zeit hat sich unser Sonnensystem mit der Sonne in der Mitte gebildet.
Das Bild zeigt einen Blick auf die Anfänge unseres Sonnensystems:

(a) **Beschreibe**, was du auf dem Bild sehen kannst!

(b) **Schaue** dir das Bild an und finde Stellen im Bild wo du Licht sehen kannst.

(c) In der Physik versteht man unter Licht sogenannte **Lichtstrahlen**.
Wo auf dem Bild kannst du Lichtstrahlen stehen?
Umkreise die Lichtstrahlen mit einem Stift.

Unser Stern die Sonne

Experiment Sonne 1: – –
Untersucht im Experiment: Kann man Lichtstrahlen immer sehen?
Falls man Lichtstrahlen nicht immer sehen kann: Wie kann man Lichtstrahlen sichtbar machen?

Vermutung zur Frage: „Kann man Lichtstrahlen sehen? Wenn nicht: Wie kann man Lichtstrahlen sichtbar machen?“

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

Unser Stern die Sonne

Beantwortung der Frage: „Kann man Lichtstrahlen sehen? Wenn nicht: Wie kann man Lichtstrahlen sichtbar machen?“

Aufgabe Sonne 2: –
Fülle den Merksatz **aus**:

Lichtstrahlen kann man _____.

Mit Hilfe von _____ lassen sich Lichtstrahlen sichtbar machen.

Experiment Sonne 2: – –
Untersucht im Experiment: Wie bewegt sich Licht?
Bewegt sich Licht zum Beispiel in Schlangenlinien oder geradeaus?

Vermutung zur Frage: „Wie bewegt sich Licht?“

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Unser Stern die Sonne

Was kannst du beobachten?

Beantwortung der Frage: „Wie bewegt sich Licht?“

Aufgabe Sonne 3: –
Fülle den Merksatz mit Hilfe von **Experiment Sonne 2 aus**:

Licht bewegt sich _____.

Tempoaufgabe: (Sind „Zeitreisen“ möglich?)
Licht bewegt sich mit einer sehr hohen Geschwindigkeit von etwa 300.000 Kilometer pro Sekunde.
Begründe, ob die folgende Aussage wahr oder falsch ist:
„Wenn ich mit einem Fernrohr die Sonnenoberfläche anschaue, dann sehe ich in die Vergangenheit.“

Achtung: Sonnenbeobachtungen sind nur mit einem speziellen Schutzfilter erlaubt!

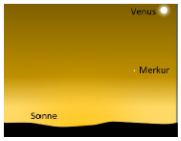
Hinweis: Das Licht braucht von der Sonne bis zur Erde etwa 8 Minuten.

Venus und Merkur

Aufgabe Merkur/Venus 1: –
Das Bild zeigt den Planeten Merkur vor der Sonne.

Begründe mit dem Foto: Der Planet Merkur leuchtet nicht von selber.

Experiment Merkur/Venus 1: – –
Manchmal kann man die Planeten Merkur und Venus am Morgen- oder Abendhimmel als kleine helle Punkte sehen.
Findet im Experiment **heraus**: Warum kann man (nicht von selber leuchtende) Planeten am Himmel sehen?



Vermutung zur Frage: „Warum kann ich Planeten sehen, die nicht von selber leuchten?“

Venus und Merkur

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

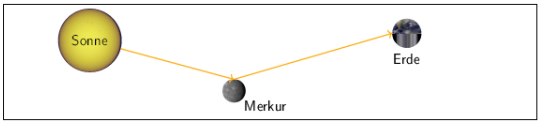
Beantwortung der Frage: „Warum kann ich Planeten sehen, die nicht von selber leuchten?“

Venus und Merkur

Aufgabe Merkur/Venus 2: –
Fülle den Lückentext mit Hilfe des Wortspeichers und des Bildes **aus**.

Wortspeicher: umgelenkt, Erde, Merkur, Sonne, Augen.

Das Licht wird von der _____ in alle Richtungen geschickt.
Es bewegt sich durch das Weltall und trifft auf _____.



An der Oberfläche von Merkur wird das Licht _____.
Ein Teil des Lichts kommt auch auf die _____ und trifft in meine _____.

Aufgabe Merkur/Venus 3: –
Welches der Objekte aus **Aufgabe Himmel 1 (a) und (c)** (auf Seite 1) leuchtet von selber (Selbstleuchter)?
Welches der Objekte aus **Aufgabe Himmel 1 (a) und (c)** kannst du nur sehen, weil es angeleuchtet wird (angeleuchteter Gegenstand)?

Lichtquelle 1. Art (Selbstleuchter)	Lichtquelle 2. Art (angeleuchteter Gegenstand)

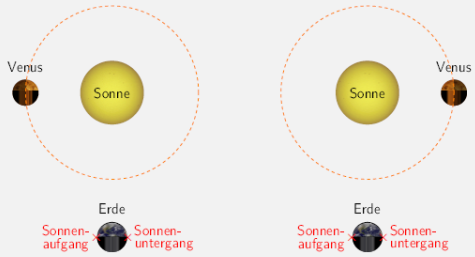
Venus und Merkur

Tempoaufgabe: (Morgen- und Abendstern)
Je nach Position von Erde und Venus lässt sich die Venus am Morgenhimmel oder Abendhimmel beobachten.

(a) **Erkläre**: Warum kann man die Venus am Himmel sehen, obwohl sie nicht von selber leuchtet!

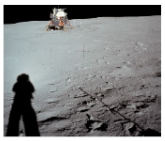
Hinweis: Hilfe findest du bei **Aufgabe Merkur/Venus 2**.

(b) Die Abbildungen zeigen zwei verschiedene Positionen von Sonne, Erde und Venus.
In welcher Abbildung kann man die Venus am Morgenhimmel bzw. Abendhimmel von der Erdoberfläche aus sehen?
Begründe deine Antwort!



Erde und Mond

Experiment Erde/Mond 1: – –
Einige Menschen (man nennt sie Verschwörungstheoretiker) glauben nicht, dass die Amerikaner im Jahr 1969 auf dem Mond waren.
Sie sind sicher, dass alle Fotos vom Mond eigentlich in der Area 51 (Wüste von Nevada, USA) gemacht wurden.



Die Verschwörungstheoretiker sagen:
„Auf dem oberen Foto sieht man den Schatten eines Astronauten und den Schatten einer Fahnenstange.
Wenn ich die beiden Schatten mit einem Stift verlängere, treffen sich die verlängerten Schatten (siehe unteres Bild).
Auf dem Mond gibt es aber nur die Sonne als Lichtquelle.
Zusammenlaufende Schatten sind aber nur bei zwei Lichtquellen möglich.
Da es aber auf dem Mond keine zwei Lichtquellen gibt, wurden die Bilder nicht auf dem Mond gemacht.“

Findet mit den Materialien aus dem Experimentierkoffer **heraus**: Kann man mit einer Lichtquelle zusammenlaufende Schatten erzeugen?

Vermutung zur Frage: „Kann man mit einer Lampe zusammenlaufende Schatten erzeugen?“

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Erde und Mond

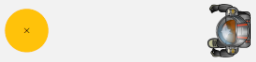
Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

Beantwortung der Frage: „Kann man mit einer Lampe zusammenlaufende Schatten erzeugen?“

Aufgabe Erde/Mond 1: –
Erkläre: Warum entsteht hinter einem Astronauten ein Schatten?
Hinweis: Entsteht hinter einem durchsichtigen Alien ein Schatten?

Tempoaufgabe:
Ein Astronaut befindet sich auf der Mondoberfläche und wird von der Sonne angeleuchtet.



Zeichne in der Abbildung den Schattenraum hinter dem Astronauten.

Erde und Mond

Experiment Erde/Mond 2: – –
Findet mit den Materialien aus dem Experimentierkoffer **heraus**: Kann man mit zwei Lichtquellen zusammenlaufende Schatten erzeugen?

Vermutung zur Frage: „Kann man mit zwei Lampen zusammenlaufende Schatten erzeugen?“

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

Beantwortung der Frage: „Kann man mit zwei Lampen zusammenlaufende Schatten erzeugen?“

Erde und Mond

Aufgabe Erde/Mond 2: –
Halte wie bei **Experiment Erde/Mond 2** zwei Taschenlampen auf den Astronauten und die Fahne.
Zähle im Experiment die Anzahl der Schatten. Wurden auf dem Foto rechts Astronaut und Fahne von 2 Lichtquellen beleuchtet?

Aufgabe Erde/Mond 3: –
Vervollständige den Lückentext mit Hilfe des Wortspeichers:

Wortspeicher: hell, Kernschatten, 0, 1, 1, 3, Halbschatten.

1 Lichtquelle

2 Lichtquellen

Wenn ein Astronaut von 1 Lichtquelle beleuchtet wird, entsteht hinter dem Astronauten ____ Schatten.
Wenn ein Astronaut von 2 Lichtquellen beleuchtet wird, entstehen hinter dem Astronauten maximal ____ Schatten.
Die Schatten bei 2 Lichtquellen haben besondere Namen:
Der dunkelste Schatten heißt _____.
Die beiden helleren Schatten nennt man _____.
Der **Kernschatten** wird von _____ Lichtquellen beleuchtet.
Der **Halbschatten** wird von _____ Lichtquellen beleuchtet.
Daher sind Kernschatten und Halbschatten unterschiedlich _____.

Erde und Mond

Tempoaufgabe:
Eine Schülerin hat es geschafft mit einer Taschenlampe zusammenlaufende Schatten zu erzeugen (Foto rechts, oben).
Was hat sie anders gemacht als ihr? Darf sie das?

Tempoaufgabe:
Wie du schon weißt, behaupten die Verschwörungstheoretiker, dass das gezeigte Foto von Astronaut und Fahnenstange auf dem Mond durch die Beleuchtung von zwei Lichtquellen entstanden sein muss.
In dieser Aufgabe wirst du auch mit einer Schattenzeichnung zeigen, dass die Aussage der Verschwörungstheoretiker falsch ist.

Lichtquelle 1

Lichtquelle 2

(a) Zeichne von Lichtquelle 1 aus den Schattenraum hinter dem Astronauten.
(b) Zeichne von Lichtquelle 2 aus den Schattenraum hinter dem Astronauten.
(c) Markiere in der Abbildung den Kernschatten und die Halbschatten.
(d) **Begründe:** Die Aussage der Verschwörungstheoretiker ist falsch.

Erde und Mond

Auch wenn du zeigen konntest, dass die Behauptung der Verschwörungstheoretiker zum Schattenwurf falsch ist, glauben die Verschwörungstheoretiker immer noch nicht an die Mondlandung.
Doch es gibt einen Beweis, dass die Amerikaner wirklich auf dem Mond gelandet sind.
Diesen Beweis kann man sogar von der Erde aus „sehen".

Bei der ersten Mondlandung im Jahr 1969 wurde von den Astronauten ein Spiegel auf dem Mond gelassen - siehe Foto rechts.
Was aber passiert, wenn Licht auf einen Spiegel trifft?
Wie hilft uns das zu beweisen, dass die Amerikaner wirklich auf dem Mond waren?

Experiment Erde/Mond 3: – –
Untersucht im Experiment: Was passiert, wenn ein Lichtstrahl auf einen **Spiegel** trifft?

Vermutung zur Frage: „Was passiert, wenn Licht auf einen Spiegel trifft?"

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

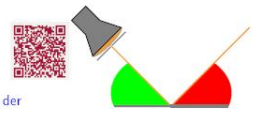
Erde und Mond

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

Beantwortung der Frage: „Was passiert, wenn Licht auf einen Spiegel trifft?"

Aufgabe Erde/Mond 4: –
Ergänze die folgenden Sätze:
Wenn Licht (wie in der Abbildung) auf einen Spiegel trifft wird es _____.
Den Fachbegriff für diesen Vorgang nennt man in der Physik _____.



Die Winkel zwischen ankommendem Lichtstrahl und Spiegel (grüner Bereich) und der Winkel zwischen weggehendem Lichtstrahl und Spiegel (roter Bereich) sind _____.

Erde und Mond

Experiment Erde/Mond 4: – –
Findet heraus: Was passiert mit einem Lichtstrahl, wenn er auf die Mondoberfläche trifft?
Hinweis: Nutzt für das Experiment die Mondoberfläche in eurem Experimentierkoffer.

Vermutung zur Frage: „Was passiert, wenn Licht auf die Mondoberfläche trifft?"

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

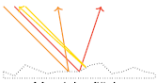
Beantwortung der Frage: „Was passiert, wenn Licht auf die Mondoberfläche trifft?"

Erde und Mond

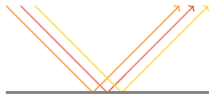
Aufgabe Erde/Mond 5: –
Vervollständige den Lückentext mit Hilfe des Wortspeichers:

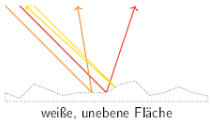
Wortspeicher: Lichtquelle, Streuung, alle, streuen.

Wenn Licht auf eine helle Oberfläche (wie die Mondoberfläche) trifft, wird es in _____ Richtungen verteilt.
Der Fachbegriff hierfür heißt: _____.
Das entsprechend Verb heißt: _____.
Weil das Licht in alle Richtungen verteilt wird, kommt es nicht mehr zur _____ zurück.



Aufgabe Erde/Mond 6: –
Erkläre mit den Bildern den Unterschied zwischen Reflexion am Spiegel (**Aufgabe Erde/Mond 4**) und Streuung an weißen, unebenen Flächen (**Aufgabe Erde/Mond 5**).





Tempoaufgabe:
Erkläre: Warum kann man den Mond am Himmel sehen? Nutze entsprechende Fachsprache.
Hinweis: Hilfe findest du bei **Aufgabe Merkur/Venus 2**.

Erde und Mond

Um zu beweisen, dass wirklich ein Spiegel auf dem Mond ist, geht man so vor:
Man hält eine spezielle Lampe (einen sogenannten **Laser**) auf die angebliche Position des Spiegels auf dem Mond.
Wenn der Lichtstrahl zurückkommt, dann befindet sich wirklich ein Spiegel auf dem Mond.

Spiegel auf dem Mond.

Kein Spiegel auf dem Mond.

Wenn kein Spiegel auf dem Mond ist, wird kein Licht zur Erde zurückkommen.
In diesem Fall können wir vermuten, dass die Amerikaner nicht auf dem Mond waren.

Aufgabe Erde/Mond 7: –

(a) Ein Lichtstrahl wird von der Erde in Richtung Mond geschickt.
Er trifft auf einen normalen Spiegel auf dem Mond.
Zeichne den weiteren Verlauf des Lichtstrahls im linken Bild **ein**.

zu Aufgabenteil (a)

zu Aufgabenteil (c)

Erde und Mond

(b) Kommt das von der Erde ausgesendete Licht bei einem normalen Spiegel wieder zur Erde zurück?

(c) Anstatt eines normalen Spiegels hat man bei der Mondlandung einen Winkelspiegel verwendet.
Ein Mitschüler von dir hat im Bild rechts unten auf Seite 19 den Verlauf eines Lichtstrahls gezeichnet, der auf einen Winkelspiegel trifft.
Kommt der Lichtstrahl bei einem Winkelspiegel wieder zur Erde zurück?

Tempoaufgabe:
In einem Experiment wird ein grüner Laserstrahl auf den Mond „geschossen" (siehe Foto).

(a) **Begründe** anhand des Fotos, dass sich auf dem Mond ein Winkelspiegel befinden muss.

(b) Nach etwa 2,6 Sekunden ist der Laserstrahl wieder vom Mond zurück. **Berechne** mit der Gleichung

Abstand = Geschwindigkeit · Zeit

die Entfernung zwischen Erde und Mond.
Hinweis: Die Lichtgeschwindigkeit beträgt 300.000 Kilometer pro Sekunde.

Erde und Mond

Aufgabe Erde/Mond 8: –
Nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den beiden Fotos.

Experiment Erde/Mond 5: – –
Die Bilder in **Aufgabe Erde/Mond 8** zeigen Tag und Nacht.
Aber wie entstehen Tag und Nacht eigentlich?
Beantworte diese Frage im Experiment.

Vermutung zur Frage: „Wie entstehen Tag und Nacht?"

Erde und Mond

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

Beantwortung der Frage: „Wie entstehen Tag und Nacht?"

Erde und Mond

Aufgabe Erde/Mond 9: – –
Fülle den Lückentext mit den Begriffen aus dem Wortspeicher **aus**.

Wortspeicher: dreht, Licht, 24, Schatten.

An allen Punkten auf der Erdoberfläche, auf die _____ trifft, ist es gerade Tag.
Nacht ist es an allen Punkten auf der Erde, die sich im _____ befinden.
Die Erde _____ sich um die eigene Achse. Sie braucht dafür _____ Stunden.
So kommt es immer wieder zu einem Wechsel von Tag und Nacht.

Tempoaufgabe:
Die Zeichnung unten zeigt den Nordpol der Erde.

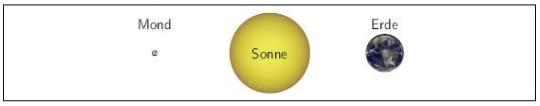
Markiere in der Abbildung jeweils **eine** Stelle auf der Nordhalbkugel, an der gerade ...
(a) ... ein Sonnenuntergang stattfindet.
(b) ... Mittag ist.
(c) ... Mitternacht ist.
Hinweis: Der Sonnenaufgang ist schon eingezeichnet.

Erde und Mond

Aufgabe Erde/Mond 10: – –
Bei dieser Aufgabe braucht ihr euren Experimentierkoffer.

(a) **Befestigt** die weiße Mondbahn am Globus und schraubt sie fest.
Setzt die kleine Mondkugel auf die Mondbahn.
Messt mit dem Lineal den Abstand zwischen der Erdoberfläche und dem Mond.

(b) Wenn der Abstand Erde / Mond in Wirklichkeit so groß wäre wie bei dem Erde-Mond-Modell in (a), hätte die Sonne einen Abstand von 14 Metern (=14000 cm) von der Erde. Du fliegst mit einer Rakete vom Nordpol nach oben und schaust dann zurück. Ist das Bild unten möglich?



Aufgabe Erde / Mond 11: –
Eine Sonnenfinsternis ist ein tolles Erlebnis. Das Foto unten zeigt eine Sonnenfinsternis.

(a) Was bedeutet das Wort „finster"?

(b) Was wird bei einer Sonnenfinsternis verdunkelt?

Erde und Mond

Experiment Erde/Mond 6: – –
Findet im Experiment **heraus**: Wie entsteht eine Sonnenfinsternis?

Vermutung zur Frage: „Wie entsteht eine Sonnenfinsternis?"

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

Beantwortung der Frage: „Wie entsteht eine Sonnenfinsternis?"

Erde und Mond

Aufgabe Erde/Mond 12: –
Fülle den Lückentext mit den Begriffen aus dem Wortspeicher **aus**.

Wortspeicher: Sonne, Erde, Mond, Sonnenlicht, Linie, dunkel.

Bei einer Sonnenfinsternis kommt der Mond vor die _____.
Der Mond blockiert dabei das _____ und es wird auf Teilen der Erde _____.
Wenn man bei einer Sonnenfinsternis von oben auf unser Sonnensystem schaut sieht man, dass Sonne, Erde und Mond auf einer _____ sind.
Die Reihenfolge ist Sonne, _____, _____.

Tempoaufgabe:
Begründe, ob die Aussage „Eine Sonnenfinsternis kann man nur am Tag sehen" stimmt.

Aufgabe Erde / Mond 13: –
Auch eine Mondfinsternis ist ein tolles Erlebnis. Das Foto unten zeigt eine Mondfinsternis.

(a) Was bedeutet das Wort „finster"?

(b) Was wird bei einer Mondfinsternis nicht beleuchtet?

Erde und Mond

Experiment Erde/Mond 7: – –
Findet im Experiment **heraus**: Wie entsteht eine Mondfinsternis?

Vermutung zur Frage: „Wie entsteht eine Mondfinsternis?“

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

Beantwortung der Frage: „Wie entsteht eine Mondfinsternis?“

Erde und Mond

Aufgabe Erde/Mond 14: –
Fülle den Lückentext mit den Begriffen aus dem Wortspeicher **aus**.

Wortspeicher: Sonne, Erde, Erde, Linie, Mond, Sonnenlicht.

Bei einer Mondfinsternis wird der _____ nicht mehr beleuchtet.
Die _____ blockiert dabei das _____.
Wenn man bei einer Mondfinsternis von oben auf unser Sonnensystem schaut sieht man, dass Sonne, Erde und Mond auf einer _____ sind.
Die Reihenfolge ist _____, _____ und Mond.

Aufgabe Erde/Mond 15: –
Wo befinden sich Sonne, Erde und Mond bei einer ...

(a) ... Sonnenfinsternis?

(b) ... Mondfinsternis?

Fertige jeweils eine Zeichnung der Positionen von Sonne, Erde und Mond an.

(a)

(b)

Tempoaufgabe:
Begründe, ob die Aussage „Eine Mondfinsternis kann man nur nachts sehen“ stimmt.

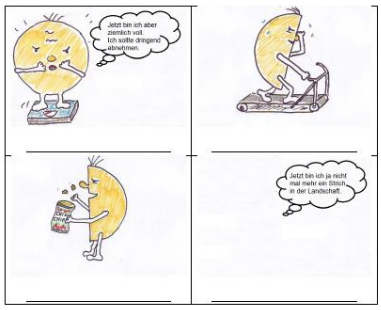
Erde und Mond

Der Mond sieht jeden Tag bzw. jede Nacht am Himmel anders aus.
Erst nimmt der Mond im Laufe eines Monats zu - dann nimmt er wieder ab (siehe Fotos).

Fotos vom Mond zu verschiedenen Zeiten in einem Monat.

Dieses Phänomen nennt man **Mondphasen**.

Aufgabe Erde/Mond 16: –
Bei den Mondphasen sind die Hauptphasen **zunehmender Halbmond**, **abnehmender Halbmond**, **Vollmond** und **Neumond** besonders wichtig.
Schreibe die passende Hauptmondphase unter die Cartoons.



Erde und Mond

Tempoaufgabe:
Begründe aus deinem Alltag: Warum kann der Mond nicht von selber leuchten?

Experiment Erde/Mond 8: – –
In diesem Experiment werdet ihr herausfinden, wie die Mondphasen entstehen:

(1) **Baue** das Experiment wie in Bild 1 rechts **auf**. Welche Hauptmondphase sieht ein Mensch auf dem Globus?

(2) **Baue** das Experiment wie in Bild 2 rechts **auf**. Welche Hauptmondphase sieht ein Mensch auf dem Globus?

(3) **Baue** das Experiment wie in Bild 3 rechts **auf**. Welche Hauptmondphase sieht ein Mensch auf dem Globus?

(4) **Baue** das Experiment wie in Bild 4 rechts **auf**. **Vermute**, das heißt führe das Experiment noch nicht durch: Welche Hauptmondphase sieht ein Mensch auf dem Globus?

Bild 1

Bild 2

Bild 3

Bild 4

Erde und Mond

(5) **Führe** das Experiment zu Bild 4 nun **durch**.
Welche Hauptmondphase sieht ein Mensch auf dem Globus?
War deine Vermutung aus (4) richtig?

(6) In echt müsste ein Mensch auf dem Globus bei Bild 4 einen Vollmond sehen.
Irgendetwas ist also am Aufbau falsch. Wie musst du den Aufbau verändern, damit der Mond voll beleuchtet wird?

Aufgabe Erde/Mond 17: –
Vervollständige den Lückentext mit Hilfe des Wortspeichers.

Wortspeicher: gekippt, Sonne, Erde, sichtbar, Licht, Monat, Hälfte, Oberfläche

Der Mond läuft um die Erde und braucht dafür etwa 1 _____.
Der Mond sendet _____ nicht von selber aus, sondern er
wird von der _____ beleuchtet.
Es ist aber immer nur die eine _____ des Mondes beleuchtet
und damit von der Erde aus _____.
Je nach Position des Mondes sehen wir unterschiedlich viel der beleuchteten _____.
Mit einem einfachen Modell, bei dem sich Sonne, _____ und Mond in einer
Ebene befinden, lässt sich aber der Vollmond nicht erzeugen.
Die Mondbahn ist aber _____ und damit ist ein Vollmond möglich.

Aufgabe Erde/Mond 18: –
Zeichne: Wo befinden sich Sonne,
Erde und Mond bei einem Halbmond?

Mars und Jupiter

Obwohl noch kein Mensch auf dem **Mars** war, gibt es Fotos und Videos von unserem Nachbarplaneten.
Diese Fotos und Videos wurden zum Beispiel vom Marsfahrzeug **Curiosity** gemacht.
Anstatt des Wortes Marsfahrzeug sagen Physiker auch **Marsrover**.

Aufgabe Mars/Jupiter 1: –
Am 20. August 2013 hat Curiosity die drei Fotos der **Sonne** von der Marsoberfläche aus gemacht.
Zwischen den Fotos liegt jeweils eine Zeit von 3 Sekunden.

(a) **Beschreibe**: Was kannst du auf den Bildern sehen?

(b) Wie nennt man das gleiche Phänomen auf der Erde?
Nenne Unterschiede und Gemeinsamkeiten des Phänomens auf Erde und Mars.

Mars und Jupiter

(c) **Nenne** Gründe, warum das Phänomen auf Erde und Mars unterschiedlich aussieht.

Tempoaufgabe:

(a) **Beschreibe** den dargestellten Cartoon von Jupiter und seinen Monden.

(b) **Nenne** Gründe, warum auf Jupiter fast jeden Tag eine Sonnenfinsternis stattfindet.
Zur Erinnerung: Die Erdmond-Bahn ist gekippt. Daher findet nicht jeden Monat eine Sonnenfinsternis auf der Erde statt.

Saturn und seine Monde

Der Planet Saturn hat einen ganz besonderen Mond - er heißt **Iapetus**.
Unten siehst du die beiden **von der Sonne beleuchteten** Seiten von Iapetus.

Aufgabe Satum 1: und –

(a) **Nenne** Unterschiede und Gemeinsamkeiten der beiden Seiten des Mondes Iapetus.

(b) Welche Forscherfrage(n) folgen aus den Unterschieden der beiden Seiten von Iapetus?

(c) **Einigt** euch in eurer Kleingruppe auf **eine** Frage, die ihr im Experiment beantworten möchtet.

Saturn und seine Monde

Experiment Satum 1: – –
Beantwortet im Experiment die von euch gestellte Frage zum Saturnmond Iapetus.

Die von euch gestellte Frage:

Vermutung zu der von euch gestellten Frage:

Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Saturn und seine Monde

Was kannst du beobachten?

Beantwortung der von euch gestellten Frage:

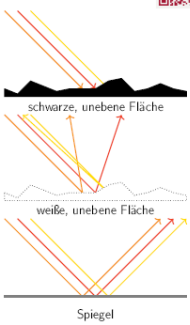
Aufgabe Satum 2: –
Vervollständige den Lückentext mit Hilfe des Wortspeichers.

Wortspeicher: verteilen, lenken, verschlucken, absorbieren, streuen, reflektieren, Reflexion, Absorption, Streuung.

Schwarze Flächen _____ das Licht.
Der Fachbegriff hierfür heißt: _____.
Das entsprechende Verb heißt:
_____.

Weiße Flächen _____ das Licht.
Der Fachbegriff hierfür heißt: _____.
Das entsprechende Verb heißt:
_____.

Spiegel _____ das Licht in eine ganz bestimmte Richtung um.
Der Fachbegriff hierfür heißt: _____.
Das entsprechende Verb heißt:
_____.



Saturn und seine Monde

Tempoaufgabe:
Woher könnte das dunkle Material auf Iapetus stammen?

Aufgabe Saturn 3:
Die Aufgabenstellung in den Schwierigkeitsgraden ★, ★★, ★★★ und ★★★★ findest du vorne am Lehrerpult!
Du darfst selber entscheiden, welchen Schwierigkeitsgrad du bearbeiten möchtest.
Klebe die Aufgabenstellung nach deiner Bearbeitung mit einem Klebestift auf dieses Feld.
Beachte: Die Wahl einer Aufgabenschwierigkeit hat keine direkte Auswirkung auf deine Physik- oder NW-Note.
Das heißt für eine gute Note musst du nicht notwendigerweise die schwierigste Aufgabe auswählen.

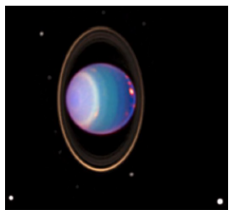
Tempoaufgabe:
Der Saturnmond **Enceladus** ist der Mond, der am meisten Sonnenlicht wieder in alle Richtungen abgibt: der Fachbegriff hierfür war **streuen**.
(a) **Kreuze an**, welcher der rechts gezeigten Monde Enceladus ist.
(b) **Begründe** deine Wahl aus Aufgabenteil (a).

Uranus und Neptun

Aufgabe Uranus/Neptun 1: –
Das Foto zeigt den Planeten Uranus zusammen mit einigen Uranus-Monden.

(a) **Zähle** die Monde auf dem Foto.

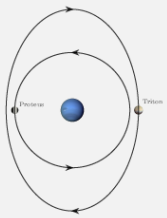
(b) Bisher hat man 27 Uranus-Monde gefunden. Warum kannst du nicht alle Uranus-Monde auf dem Foto sehen?



Tempoaufgabe:
Der Planet Neptun besitzt 2 ganz besondere Monde mit den Namen **Proteus** und **Triton**.
Proteus ist der größte nicht runde Mond im Sonnensystem.
Triton ist der größte Mond im Sonnensystem, der sich in die „falsche" Richtung um einen Planeten bewegt.

(a) **Entnehme** der Abbildung, ob sich Proteus auch in die „falsche" Richtung bewegt.

(b) Ein Raumschiff fliegt knapp über dem Planeten Neptun und beobachtet die Monde Proteus und Triton. Sieht der Ablauf der Mondphasen der beiden Monde für das Raumschiff gleich aus?



Suche nach der Erde 2.0

Seit einigen Jahren suchen Physiker in den Weiten des Weltalls nach Planeten, auf denen Leben entstanden sein könnte.
Aber wie findet man solche Planeten, wenn selbst die viel größeren Sterne nur als winzige Punkte am Himmel zu sehen sind?

Aufgabe Leben 1: ★★★★

Die Aufgabenstellung in den Schwierigkeitsgraden ★, ★★, ★★★ und ★★★★ findest du vorne am Lehrerpult!
Du darfst selber entscheiden, welchen Schwierigkeitsgrad du bearbeiten möchtest.
Klebe die Aufgabenstellung nach deiner Bearbeitung mit einem Klebestift auf dieses Feld.

Beachte: Die Wahl einer Aufgabenschwierigkeit hat keine direkte Auswirkung auf deine Physik- oder NW-Note.
Das heißt für eine gute Note musst du nicht notwendigerweise die schwierigste Aufgabe auswählen.

Tempoaufgabe:
Lassen sich mit der Methode aus **Aufgabe Leben 1** alle Planeten um andere Sterne herum entdecken? **Begründe** deine Antwort!

Hinweis: Kann man den unten gezeigten Planeten auf der gestrichelten Umlaufbahn mit deiner Methode von der Erde aus entdecken?

Ein Blick in den Himmel

Nach einer spannenden, aber auch anstrengenden „Reise durch unser Sonnensystem und darüber hinaus" bist du nun wieder auf der Erde gelandet.

Aufgabe Himmel 2: –
Ein Freund von dir fragt dich, was du auf deiner Reise alles kennengelernt hast.
Beantworte seine Frage, indem du **aufzählst**, was er am Taghimmel und Nachthimmel alles sehen oder entdecken kann.

Zusatzexperiment 1: –
Physiker gehen in den Weiten des Weltalls auf die Suche nach Außerirdischen.
Dabei stoßen sie auf ganz viele verschiedene Planeten.
Ein ganz spezieller Planet ist WASP-43b.
Der Planet WASP-43b bewegt sich in 19,5 Stunden einmal um seinen Stern.
Für eine Umdrehung um sich selbst braucht der Planet auch 19,5 Stunden.
Stelle die Situation im Experiment **nach** und **beantworte** die Frage: „Gibt es Bereiche auf WASP-43b, an denen immer Nacht ist?"

Vermutung zur Frage: „Gibt es Bereiche auf WASP-43b, an denen immer Nacht ist?"

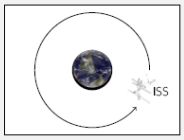
Unser Experiment (Materialien und Skizze des Aufbaus):

Wie gehst du vor?

Was kannst du beobachten?

Beantwortung der Frage: „Gibt es Bereiche auf WASP-43b, an denen immer Nacht ist?"

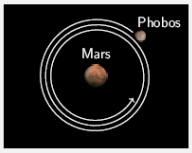
Zusatzaufgabe 1:
Manchmal kann man vor oder nach Sonnenuntergang einen kleinen Lichtpunkt sehen, der sich schnell über den Himmel bewegt.
Dies ist entweder ein Satellit oder sogar die **Internationale Raumstation ISS** (siehe Abbildung rechts).
Begründe in Fachsprache: Warum kann man die ISS am Himmel sehen?



Hinweis: Die ISS besteht aus Metall und ist ca. $110\text{m} \times 100\text{m} \times 30\text{m}$ groß.

Zusatzaufgabe 2:
Aufgrund eines physikalischen Effekts kommt der Marsmond **Phobos**, der für das Phänomen aus **Aufgabe Mars/Jupiter 1** (auf Seite 33 im Arbeitsheft) verantwortlich ist, mit der Zeit immer näher an den Mars heran (siehe schematische Abbildung rechts).

Beschreibe, wie sich hierdurch das in **Aufgabe Mars/Jupiter 1** gezeigte Phänomen mit der Zeit verändert.



Zusatzaufgabe 3:
Erkläre, warum man den Planeten Jupiter (manchmal) nachts am Himmel sehen kann.

Zusatzaufgabe 4:
(a) **Beschreibe** den Cartoon rechts.

(b) Wo ist TrES-2b? **Erkläre** in Fachsprache: Warum ist der Planeten TrES-2b nur schlecht zu sehen?

Zusatzaufgabe 5:
Tim und Tina sind Geschwister und Astronauten.
Während Tina am 24.07.2018 auf eine Mission zum Mond aufbricht, bleibt Tim auf der Erde zurück.
Doch Tim ist gar nicht traurig, weil er (im Gegensatz zu Tina) am 27. Juli 2018 eine Mondfinsternis sehen kann.

(a) **Fertige** eine Zeichnung von Sonne, Erde und Mond bei einer Mondfinsternis **an**.

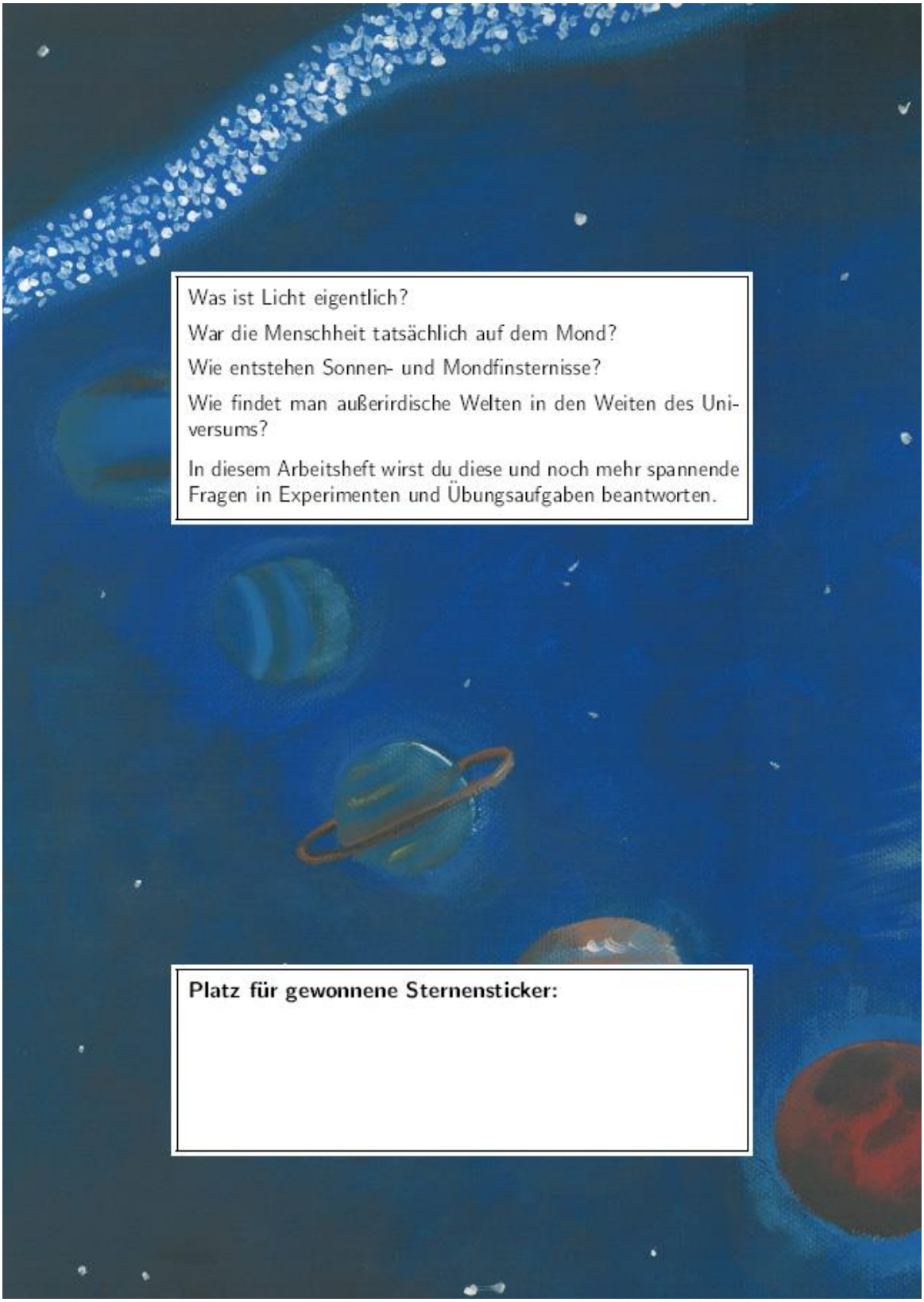
(b) Während Tim am 27. Juli 2018 um 21.40 Uhr am Himmel die Mondfinsternis beobachtet, schaut Tina von der Mondoberfläche aus in Richtung Erde.
Kann Tina die Sonne sehen?
Begründe deine Antwort!

Bildquellen:

Die Bilder in den Überschriften wurden erstellt von Miriam Jähnig. Bei den meisten der restlichen Bilder handelt es sich um von Alexander Küpper erstellte Collagen. Hierfür wurßden die folgenden Bilder verwendet:

Bild:	Seite:	Quelle:
kleiner Astronaut	alle	http://www.clipartpanda.com/categories/astronaut-clipart
Wolke mit ?	fast alle	A. Küpper
Experimentier-Box	alle Exp.	A. Küpper
Lichtstrahlen	2	NASA/JPL-Caltech
Protuberanz	5	NASA/SDO
Planeten am Himmel	6	A. Küpper
Merkurtransit	6	NASA/SDO, HMI, and AIA science teams (Screenshot aus Video)
Sonne	8, 9 (2x), 24, 26, 28	NASA/Marshall (Screenshot aus Video)
Merkur	8	NASA
Erde	8, 9 (2x), 19 (4x), 24, 26, 28, 43	NASA/NOAA/GOES Project
Venus	9 (2x)	NASA/JPL
Schatten auf Mond	10, 13	NASA
Schatten 1 Lichtquelle	13	A. Küpper
Schatten 2 Lichtquellen	13	A. Küpper
zusammenlaufende Schatten	14	A. Küpper
Astronaut	11, 14	https://openclipart.org/detail/232998/topdown-view-cosmonaut-fixed
Alien	11	A. Küpper
Spiegel Mond	15	NASA
Reflexionsgesetz	16	A. Küpper
Reflexion	18, 36	A. Küpper
Streuung	18 (2x), 36	A. Küpper
Mond	19 (2x), 24, 26, 28	NASA
Lunar Laser Ranging	20	NASA/GSFC/Wade Sisler/Rex Features
Tag / Nacht	21	A. Küpper
Nordpol Erde	23 (2x)	NASA/JPL/ASF
Sonnenfinsternis	24	NASA
Mondfinsternis	26	NASA/Bill Ingalls
Mondphasen	29	NASA's Scientific Visualization Studio
Cartoons Mondphasen	29	U. Bohstedt
Erde-Mond-Modell	30 (4x)	A. Küpper
Sonnenfinsternis Mars	32	NASA/JPL-Caltech/Malin Space Science Systems/Texas A&M Univ.
Cartoon Jupiter	33	M. Jähnig
Iapetus	34	NASA/JPL/Space Science Institute
Absorption	36	A. Küpper
Titan	37	NASA/JPL/Space Science Institute
Enceladus	37	NASA/JPL/Space Science Institute
Uranus und Monde	38	NASA/JPL/STScI
Triton	38	NASA/JPL
Proteus	38	NASA/JPL
Neptun	38	NASA/JPL
Stern/Planet	39	A. Küpper
ISS	43	pixabay.com
Mars	43	NASA/JPL-Caltech
Phobos	43	NASA, JPL, University of Arizona
Cartoon	44	A. Küpper

Die Bildquellen bei den Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad sind:
kleiner Astronaut http://www.clipartpanda.com/categories/astronaut-clipart; Astronaut: https://openclipart.org/detail/232998/topdown-view-cosmonaut-fixed; Cartoon Mond Ursula Bohstedt; Saturn NASA/JPL



Was ist Licht eigentlich?

War die Menschheit tatsächlich auf dem Mond?

Wie entstehen Sonnen- und Mondfinsternisse?

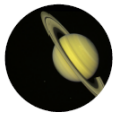
Wie findet man außerirdische Welten in den Weiten des Universums?

In diesem Arbeitsheft wirst du diese und noch mehr spannende Fragen in Experimenten und Übungsaufgaben beantworten.

Platz für gewonnene Sternensticker:

Aufgabe Saturn 3: ★

Fülle den Lückentext mit den Begriffen aus dem **Wortspeicher** aus und **erkläre** damit, warum man den Planeten Saturn am Nachthimmel sehen kann.



Wortspeicher: Sonne, Saturn, Erde, Augen, gestreut.

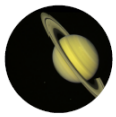
Licht wird von der _____ ausgesendet und trifft auf den _____.

Hier wird das Licht _____ und auch in Richtung der _____ gelenkt.

Dort angekommen, trifft ein kleiner Teil dieses Lichts in meine _____.

Aufgabe Saturn 3: ★★

Fülle den Lückentext mit den Begriffen aus dem **Wortspeicher** aus und **erkläre** damit, warum man den Planeten Saturn am Nachthimmel sehen kann.



Wortspeicher: Sonne, Saturn, Erde, Augen, gestreut.

Licht wird von der _____ ausgesendet und trifft auf den _____.

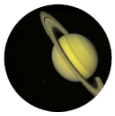
Hier wird das Licht _____ und dabei auch in Richtung der _____ gelenkt.

Dort angekommen, trifft ein kleiner Teil dieses Lichts in meine _____.

1

Aufgabe Saturn 3: ★★★

Fülle den Lückentext aus und **erkläre** damit, warum man den Planeten Saturn am Nachthimmel sehen kann.



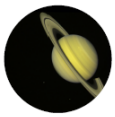
Licht wird von der _____ ausgesendet und trifft auf den _____.

Hier wird das Licht _____ und dabei auch in Richtung der _____ gelenkt.

Dort angekommen, trifft ein kleiner Teil dieses Lichts in meine _____.

Aufgabe Saturn 3: ★★★★

Erkläre unter Verwendung des Fachwortes „Streuung“ oder dem Verb „streuen“, warum man den Planeten Saturn am Nachthimmel sehen kann.



2

Bildquelle Saturn: NASA / JPL.

Aufgabe Leben 1: ★

(a) Ein Planet bewegt sich am Himmel vor einem Stern vorbei. Welche der Aussagen ist richtig?

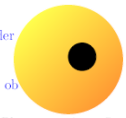
- ☐ Wenn sich der Planet vor dem Stern befindet, wirkt der Stern **heller**.
- ☐ Wenn sich der Planet vor dem Stern befindet, wirkt der Stern **dunkler**.

Stern ohne Planet

(b) Eine Mitschülerin von dir hat eine Idee zur Suche nach Planeten um andere Sterne entwickelt:

Wenn ein Planet vor einem Stern vorbeizieht, dann wird der Stern dunkler.
Wenn ich nun die ganze Zeit über die Helligkeit des Sterns messe, dann kann ich auf diese Weise herausfinden, ob sich ein Planet um den Stern bewegt.

Was hältst du von dieser Idee?



Planet vor einem Stern

3

Aufgabe Leben 1: ★★

(a) **Begründe:**
Wenn ein Planet vor einem Stern vorbeizieht, wird der Stern dunkler.

(b) Eine Mitschülerin von dir hat eine Idee zur Suche nach Planeten um andere Sterne entwickelt:

Wenn ein Planet vor einem Stern vorbeizieht, dann wird der Stern dunkler.
Wenn ich nun die ganze Zeit über die Helligkeit des Sterns messe, dann kann ich auf diese Weise herausfinden, ob sich ein Planet um den Stern bewegt.

Was hältst du von dieser Idee?

Aufgabe Leben 1: ★★★

(a) **Erkläre**, wie sich die Helligkeit eines Sterns verändert, wenn ein Planet vor dem Stern vorbeizieht.

(b) **Entwickele** mit Aufgabenteil (a) eine Möglichkeit zur Suche nach Planeten, die sich um andere Sterne bewegen.

Aufgabe Leben 1: ★★★★

Entwickele mit deinen gewonnenen Erkenntnissen eine Möglichkeit zur Suche nach Planeten, die sich um andere Sterne bewegen.

Hinweis: Erinnere dich an den Merkurtransit oder an die Sonnenfinsternis.

4

B Codierleitfaden aus dem 1. Mesozyklus zum Lern- und Arbeitsverhalten (MESO1_AV)

Unterkategorie:		Definition:	Ankerbeispiel:	Codierregeln:
Oberkategorie 1: Motivation der Lernenden in der Lernumgebung				
(1.1)	Die Motivation der Lernenden ist zu Beginn hoch.	Die Motivation ist zu Beginn der Implementation hoch.	*„Ehm, also generell war in den ersten Wochen so, dass die Kinder sehr gerne mit dem Material gearbeitet haben, auch motiviert waren" (Lehrkraft 3, Z. 12-13).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass am Anfang die Motivation sehr hoch war.
(1.2)	Die Motivation der Lernenden ist meistens (durchgehend) hoch.	Die Motivation ist während der Implementation meistens hoch.	*„201 war sehr motiviert vom auch bis zum Ende meistens" (Lehrkraft 2, Z. 64-65)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schülerinnen und Schüler motiviert sind und keine Zeitangabe der Form „zu Beginn", „in einzelnen Stunden", ... genannt ist.
(1.3)	Die Motivation der Lernenden lässt mit der Zeit nach.	Die Motivation lässt mit der Zeit nach.	*„Gegen Ende war es dann irgendwann so ‚Mhm müssen wir das wieder machen' also es wurd dann glaub ich den Kinder einfach ein bisschen zu lang von den Themen her" (Lehrkraft 3, Z. 15-16).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Motivation der Lernenden mit der Zeit geringer wird bzw. dass die Lernenden mit der Zeit keine Lust mehr haben.
(1.4)	Einzelne Schülerinnen und Schüler sind allgemein nur wenig motiviert.	Einzelne Lernende sind nur sehr gering motiviert.	*„die da komplett kein Interesse haben was zu machen" (Lehrkraft 3, Z-35-16).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schülerinnen und Schüler nur wenig motiviert sind bzw. keine Lust oder kein Interesse haben zu arbeiten.
Oberkategorie 2: Konzentration während der Arbeit in der Lernumgebung				
(2.1)	Einzelne Schülerinnen und Schüler arbeiten nicht.	Einzelne Lernende arbeiten in der Lernumgebung nicht.	*„weil die also ich glaube in manchen Stunden wird sie gar nichts gemacht haben" (Lehrkraft 2, Z. 154-155).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schülerinnen und Schüler in der

				Lernumgebung allgemein nicht bzw. in manchen Stunden nicht arbeiten.
(2.2)	Das konzentrierte Arbeiten lässt mit der Zeit nach.	Das konzentrierte Arbeiten der Lernenden lässt mit der Zeit nach.	*„ja am Anfang auf jeden Fall mehr zum Ende wurde das konzentrierte Arbeiten weniger“ (Lehrkraft 2, Z. 189-190).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass das konzentrierte Arbeiten mit der Zeit nachlässt.
(2.3)	Phasenweise wird konzentriert gearbeitet.	Die Lernenden arbeiten phasenweise konzentriert.	*„Ehm phasenweise hat da eh jeder mal eh gearbeitet eh und eh eh es war Montag 8. / 9. Stunde. Das ist eh sind keine guten Bedingungen“ (Lehrkraft 1, Z. 270-271).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass das konzentrierte Arbeiten phasenweise (wenige Minuten bis fast gesamte Unterrichtsstunde, mit Unterbrechungen, ...) stattfand.
(2.4)	Die Lernenden arbeiten konzentriert bzw. wollen konzentriert arbeiten.	Schülerinnen und Schüler arbeiten im Rahmen ihrer Möglichkeiten durchgehend konzentriert bzw. wollen konzentriert arbeiten.	*„Also wenn 106 zum Beispiel finde ich hat eh ja für seine Verhältnisse unglaublich konzentriert gearbeitet“ (Lehrkraft 2, Z. 188-189).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass im Rahmen der eigenen Möglichkeiten durchgehend konzentriert gearbeitet wurde bzw. dass einzelne Lernende konzentriert arbeiten möchten.
(2.5)	Einzelne Schülerinnen und Schüler arbeiten nicht konzentriert.	Die Lernenden arbeiten nicht konzentriert.	*„ja eh bei 103 das halte ich und 102 das halte ich für ein großes Problem die Konzentration“ (Lehrkraft 1, 71-72).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schülerinnen und Schüler nicht konzentriert arbeiten.
(2.6)	Schülerinnen und Schüler lassen sich ablenken bzw. lenken ab.	Die Lernenden lenken sich (gegenseitig) ab.	*„es war wirklich so die ersten 10 15 Minuten wurde gearbeitet und dann waren andere Sachen interessanter“ (Lehrkraft 3, Z. 197-199).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schülerinnen und Schüler sich gegenseitig ablenken bzw. andere Lernende

				ablenken. Dies schließt insbesondere auch Unsinn machen mit ein. *Bezieht sich nicht auf Experimentier-Material (vgl. UK 5.4)*
Oberkategorie 3: Überforderung der Lernenden in der Lernumgebung				
(3.1)	Einzelne Schülerinnen und Schüler sind überfordert.	Einzelne Lernende sind in der Lernumgebung überfordert.	*„Er war da auf jeden Fall überfordert" (Lehrkraft 2, Z. 163).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schülerinnen und Schüler überfordert sind bzw. den Anschluss verlieren.
Oberkategorie 4: Lesen und Verstehen der Aufgabenstellungen und Problemstellungen bei Experimenten				
(4.1)	Schüler*innen haben Schwierigkeiten beim Lesen der Aufgabenstellung und entsprechend Verständnis-schwierigkeiten.	Die Lernenden haben Schwierigkeiten beim (sprachlichen) Verständnis der Aufgabenstellung.	*„fehlende Sprachverständnis zum tragen ehm die Aufgaben wurden schwieriger, die Versuche wurden schwieriger" (Lehrkraft 2, Z. 13-15).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schülerinnen und Schüler mit dem Lesen der Aufgabenstellung bzw. dem Verständnis Schwierigkeiten haben.
Oberkategorie 5: Arbeitsverhalten während der experimentellen Phasen				
(5.1)	Die Experimente werden von den Lernenden (gut) durchgeführt.	Die Lernenden führen die Experimente (gut) durch.	*„die Experimentier-materialien eh sehr gerne untersucht und angewendet" (Lehrkraft 1, Z. 16-17).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Lernenden die Experimente gut durchführen.
(5.2)	Die Experimentierkoffer stehen bereits zu Beginn der Stunde auf den Tischen.	Experimentierkoffer werden bereits zu Beginn der Stunde von den Lernenden auf den Tisch gestellt.	*„Zu Beginn der Stunden standen auch schon immer die Kästen auf den Tischen und Materialien lagen bereit. Ehm also erstmal war es so ein allgemeiner guter Eindruck" (Lehrkraft 3, Z. 13-14).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Experimentierkoffer bereits zu Beginn der Stunde auf den Schülertischen bereitstehen.
(5.3)	Die Schülerinnen und Schüler „forschen" an weiteren Problemstellungen.	Die Lernende entwickeln zusätzlich eigene Problemstellungen und forschen an ihnen.	*„viel ausprobiert, viel auch in andere Richtungen was haben selber Experimente erfunden, also ja*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Lernenden ergänzend an eigens

			haben forschend gearbeitet“ (Lehrkraft 2, Z. 109-111).	erdachten Problemstellungen „forschen“.
(5.4)	Einzelne Schülerinnen und Schüler machen Unsinn mit dem Experimentiermaterial.	Einzelne Schülerinnen und Schüler machen Unsinn mit dem Experimentier-material, z.B. der Sprühflasche oder den Taschenlampen.	*„trotzdem fokussieren die sich dann irgendwann wieder also bis auf ein paar Jungs die dann mit den Spraydosen eh mit den Sprühflaschen Wasser sprühen oder wenn wir ne Nebelmaschine eingesetzt haben ist halt auch erstmal die Aufmerksamkeit weg und //.Mhm// muss halt erstmal ein bisschen gespielt werden und danach kann man sich halt wieder konzentrieren“ (Lehrkraft 4, Z. 316-320).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schülerinnen und Schüler Unsinn mit dem Experimentier-material, wie z.B. gegenseitiges Blenden, Nassspritzen, usw. machen.
(5.5)	Erkenntnisse werden spielerisch gewonnen bzw. die Lernenden haben Spaß mit den Experimentiermaterialien.	Die Schülerinnen und Schüler gewinnen die Erkenntnisse in den Experimenten spielerisch bzw. haben Spaß mit den Materialien.	*„wo entsprechend die Motivation höher wird und dann eh die ganze Experimentierreihe //.Mhm// mehr ins spielerische umschlägt und man einfach Spaß hat mit dem Material“ (Lehrkraft 4, Z. 314-316).* *bzw.* *„Spaß gehabt an den Experimenten“ (Lehrkraft 3, Z. 19).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Erkenntnisse der Lernenden spielerisch gewonnen werden bzw. die Lernenden Spaß mit den Materialien hatten.

C Codierleitfaden aus dem 1. Mesozyklus zur Selbstständigkeit und dem Hilfesystem (MESO1_S)

Unterkategorie:	Definition:	Ankerbeispiel:	Codierregeln:
Oberkategorie 0: Allgemeine Aussagen zur Selbstständigkeit von Schüler*innen im inklusiven Physikunterricht.			
(0.1)	Selbstständiges Arbeiten ist für Schüler*innen der Klassen 5/6 noch komplex und erfordert hohe Kompetenzen.	*„[...] in der Altersstufe ist selbstständiges Arbeiten ist eine unglaublich hohe Kompetenz, aber dafür haben schon viele [...] gut gearbeitet würde ich sagen“ (Lehrkraft 2, Z. 210-212).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage tätigen, dass selbstständiges Arbeiten in der Orientierungsstufe eine hohe Kompetenz ist.
Oberkategorie 1: Die von den Lehrkräften genannten <u>positiven</u> Aspekte zum Hilfesystem.			
(1.1) [197]	Die Lehrkräfte beschreiben, dass die Schüler*innen mit dem Hilfesystem selbstständig(er) arbeiten können.	*„Sie haben halt sehr schnell verstanden das sie gar nicht nachfragen müssen, weil sie die Hilfekarten haben“ (Lehrkraft 4, Z. 249-250).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass die Lernenden selbstständig(er) arbeiten können und keine bzw. kaum Fragen stellen.
(1.2)	Die befragten Lehrkräfte sagen, dass die Schüler*innen motiviert sind das <u>digitale</u> Hilfesystem zu benutzen. In beiden Schulen wo die iPads benutzt wurden. In den anderen Klassen findet man keine derartige Aussage.	*„waren natürlich auch motiviert durch das iPad, weil sie gerne damit gearbeitet haben“ (Lehrkraft 2, Z. 179-180).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass das digitale Hilfesystem motiviert.
Oberkategorie 2: Die Lehrkräfte beschreiben die zeitliche Veränderung mit der Arbeit am Hilfesystem.			
(2.1)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass es Zeit dauert, bis sich das Hilfesystem eingespielt hat.	*„Also haben erstmal geguckt: ist das jetzt wirklich so das ich jetzt alles alleine machen darf oder muss ich mich nicht immer vorher beim Lehrer vergewissern, [ist] das jetzt richtig [...] was ich mache. Da gab es also so kleine Widerstände“ (Lehrkraft 4, Z. 20-23).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass es eine Zeit dauert, bis sich das Hilfesystem eingespielt hat.
(2.2)	Für die Lehrkräfte ist es ein Umgewöhnungsprozess,	*„Nein, es war natürlich ein kurzer Gewöhnungsprozess für*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte

[197] Man beachte, dass eine Aussage codiert werden konnte bei der die Lehrkraft formuliert, dass es einzelne Kinder gibt die überhaupt nicht arbeiten und entsprechend auch keine Fragen stellen.

	dass sie den Schüler*innen nicht direkt helfen, sondern auf das Hilfesystem verweisen.	*mich auch schwierig, wenn die Kinder aufzeigen zu sagen, nein benutz erst die Hilfekarten, guck aufs iPad oder besprecht es in der Gruppe, nicht das ich die Lösung vorgebe" (Lehrkraft 2, Z. 175-177).*	beschreiben, dass sich auch die Lehrkräfte daran gewöhnen müssen nicht sofort zu helfen.
(2.3)	Mit der Zeit hatten einzelne Schüler*innen keine Lust mehr sich über das Hilfesystem Hilfe zu suchen.	*„Hatten dann auch keine Lust mehr sich über die Hilfekarten Hilfe zu suchen" (Lehrkraft 2, Z. 30-31).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass die Lernenden mit der Zeit kein Interesse mehr daran haben sich Hilfe über die Hilfekarten zu suchen.
Oberkategorie 3: Die von den Lehrkräften genannten technischen <u>Schwierigkeiten</u> des digitalen Hilfesystem selber.			
(3.1)	Probleme mit der Bedienung der iPads – insbesondere: Finden der iBooks bzw. PDF-Dateien auf dem iPad.	*„eh da gab es auch erstmal die Widerstände der Bedienung, das ging allerdings auch so nach einer halben Stunde, haben die Schüler das gefunden" (Lehrkraft 4, Z. 31-33).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass es Probleme beim Finden der iBooks auf dem Tablet gibt.
Oberkategorie 4: Risiken bei der Nutzung des (digitalen) Hilfesystems			
(4.1)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass die Schüler*innen die Lösungen auf der letzten Hilfekarte teilweise abschreiben bzw. sich direkt zur Lösungsfolie durchklicken.	*„bis zum gewissen Grad liefern sie fast eine vollständige Lösung so das letztendlich natürlich die Frage ist inwiefern haben die gearbeitet oder inwiefern haben die das Hilfekartensystem letztendlich so genutzt, dass sie die Lösung nachher abgeschrieben haben" (Lehrkraft 4, Z. 250-253).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, die Lernenden direkt zu Lösung durchklicken und/oder diese Lösung abschreiben.
(4.2)	Das Finden der Hilfekarten stellt sich als schwierig heraus.	*„Ja das was sowieso das bis die dann die richtige hatten" (Lehrkraft 3, Z. 170-171).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass die Lernenden Schwierigkeiten mit dem Finden der (analogen) Hilfekarten haben.
(4.3)	Die Sprache bei den Hilfekarten ist zu komplex.	*„Also es war wirklich schwierig das sie selbstständig mit dem Material arbeiten, weil einfach bei den Hilfekarten entweder haben sie nicht*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass die Sprache in den Hilfekarten zu komplex ist.

		verstanden was drauf steht“ (Lehrkraft 3, Z. 251-253).	
(4.4)	Die Lehrkräfte meinen, dass sich einzelne Inhalte (z.B. Mondphasen) nicht mit Hilfe der Hilfekarten im Selbstlernprozess erarbeiten lassen.	*„Sache mit den Mondphasen glaube ich nur teilweise verstanden worden und es da schwierig sich in diesem Allein-Lernkonzept nur mit Arbeitsmaterialien wirklich auch zu verstehen“ (Lehrkraft 1, Z. 230-233).* *bzw.* *„Also da stelle ich dieses eh diese unterstützte oder selbstständige Unterweisung oder wie auch immer programmierte Unterweisung stelle ich da auch nochmal in Frage“ (Lehrkraft 1, Z. 235-238).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass einzelne Inhalte im Selbstlernprozess nur schwierig verstanden werden können.
Oberkategorie 5: Die von den Lehrkräften genannten Probleme der Schüler*innen, die nicht vom Hilfesystem abgedeckt werden, und zu Fragen der Schüler*innen führen.			
(5.1)	Das Hilfesystem erklärt keine Fachwörter.	*„wo ein Fachwort unbekannt war“ (Lehrkraft 1, Z. 190)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass Fragen auftreten, wenn Fachwörter unbekannt sind.
(5.2)	Das Hilfesystem unterstützt nicht bei fehlender Klarheit in den experimentellen Phasen.	*„oder eine Unklarheit im Experiment dann zum Lehrer kommen und nachfragen ‚wie ist das zu verstehen’“ (Lehrkraft 1, Z. 190-192).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass Fragen auftreten, wenn Unklarheiten im Experiment auftauchen.
(5.3)	Das Hilfesystem unterstützt nicht bei fachliche Überforderung.	*„ja schon teilweise überfordert waren“ (Lehrkraft 2, Z. 17)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass Fragen auftreten, wenn Lernende überfordert sind.
(5.4)	Das Hilfesystem hilft nicht beim Verständnis (der Aufgabenstellung bzw. des Problems).	*„Nun eh sporadisch dann auch mal das der 104 dann auch beim Lehrer nachfragte, wie das war oder 105 hat auch mal eine Verständnisfrage“ (Lehrkraft 1, Z. 194-196).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass Fragen auftreten, wenn die Aufgabenstellung bzw. das Problem nicht verstanden werden.

Oberkategorie 6: Von den Lehrkräften genannte Verbesserungsvorschläge zum (digitalen) Hilfesystem.			
(6.1)	Die Lehrkräfte wünschen sich, dass die Texte auch als Audiodatei vorliegen.	*„Hörtexte als Hilfe“ (Lehrkraft 2, Z. 38)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte sich wünschen, dass die Texte vorgelesen werden können.
(6.2)	Die Lehrkräfte wünschen sich Videos von den Experimenten.	*„Also ich glaube Videos wäre wahrscheinlich eine sehr gute Sache. So dann hört man was, man sieht was und die Schüler bekommen auf jeden Fall neue Ideen und wenn es ein ähnliches Experiment ist, sonst ja notfalls halt wirklich das ganze Experiment, den Aufbau zeigen und dann durchführen lassen so ich meine das dann hat man ja immer noch das Aha-Erlebnis für die ganz schwachen Gruppen“ (Lehrkraft 2, Z. 41-46).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte sich wünschen, dass Videos von den Experimenten integriert werden.

D Codierleitfaden aus dem 1. Mesozyklus zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft (MESO1_SiH)

Unterkategorie:		Definition:	Ankerbeispiel:	Codierregeln:
Oberkategorie 1: Subjektive Beschreibungen zur sozialen Integration				
(1.1)	Schüler*innen sind integriert.	Die Lernenden sind integriert.	*„Der wird nicht ausgeschlossen“ (Lehrkraft 1, Z. 112).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schüler*innen in der Gruppe integriert und nicht ausgeschlossen sind bzw. integriert sind bzw. sich dazugehörig fühlen. *Wird nicht kodiert, wenn gesagt wird, dass das die SuS nur zu Beginn integriert sind (vgl. auch 1.2)*
(1.2)	Zu Beginn soziale Integration gut. Mit der Zeit werden Schüler*innen ausgeschlossen.	Zu Beginn sind die Lernenden integriert. Sie werden mit der Zeit ausgeschlossen.	*„Schön war erstmal zu sehen das im Anfang dem nicht so war aber, dass das eben nachher doch genauso wieder passiert ist. Als hätte man eben keine Gruppenarbeit gehabt, sondern Einzelarbeiten an der Stelle“ (Lehrkraft 4, Z. 113-115).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schüler*innen zu Beginn integriert sind und mit der Zeit ausgeschlossen werden.
(1.3)	Gruppen teilen sich in Teilgruppen auf.	Kleingruppen teilen sich in Teilgruppen auf.	*„Ja, jedenfalls haben hat keine Vierergruppe oder Fünfergruppe ganz durchgehalten als Fünfergruppe ehm bis zu Ende zu machen ehm sondern es gab Situationen in denen sich dann Gruppen auch noch separiert haben und dann zwei untereinander und zwei untereinander die eben besser konnten und schlechter miteinander. Ehm ich hab das dann als Lehrer auch so laufen lassen nicht eingefordert //. Mhm // das doch bitte alle zu viert arbeiten“ (Lehrkraft 1, Z. 36-41).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass sich die Gruppen mit der Zeit aufteilen.

(1.4)	Einzelarbeit; Gruppenarbeit teilweise zum Austausch.	Die Lernenden arbeiten in Einzelarbeit und komme nur teilweise zum Austausch zusammen.	*„Es gab auch einige die haben alleine gearbeitet aber immer mal wieder und so soll es auch nach meinem Verständnis bei Gruppenarbeit auch sein immer wieder den Austausch gesucht haben ‚was hast du denn?' und ich finde es auch legitim getrennt marschieren vereint schlagen" (Lehrkraft 1, Z. 123-126).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schüler*innen zumeist alleine arbeiten und nur zum gemeinsamen Austausch in der Kleingruppe kooperieren.
(1.5)	Bei Krankheit: Fehlender sozialer Auftrag.	Wenn Lernende krank sind wird ihnen nicht erklärt was in der letzten Stunde thematisiert wurde.	*„und auch nicht so den sozialen Auftrag hatten jetzt denen das so zu vermitteln was da gemacht wurde" (Lehrkraft 4, Z. 170-171).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Schüler*innen krank waren und die übrigen Lernenden keinen expliziten sozialen Auftrag haben die Lernenden wieder mit einzubeziehen.
(1.6)	Beschwerden bei der Lehrkraft im Hinblick auf sozialen Ausschluss.	Beschwerden bei der Lehrkraft im Hinblick auf sozialen Ausschluss.	*„Ich wurde öfter gefragt können wir die Gruppe nicht tauschen. Kann der nicht raus, kann ich nicht raus" (Lehrkraft 3, Z. 44-45).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Lernende sich bei der Lehrkraft im Zusammenhang mit sozialem Ausschluss beschweren
(1.7)	Lernende sind nicht sozial integriert.	Schüler*innen sind nicht sozial integriert in der Kleingruppe.	*„hat sich selber ausgeschlossen" (Lehrkraft 2, Z. 67-68).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Lernende ausgeschlossen werden bzw. sich selber ausgeschlossen. Diese Aussage wird nicht dann kodiert, wenn Ausschluss erst mit der Zeit kommt (siehe UK 1.2).
Oberkategorie 2: Gründe für den Ausschluss von Schüler*innen aus der Kleingruppe				
(2.1)	Unterschiedliche Arbeitsge-schwindigkeit.	Unterschiedliche Geschwindigkeit führt zum sozialen Ausschluss.	*„Ehm weil eh ja eh das eh die einen gebremst hätte und die anderen gar nicht*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die

			mehr gestärkt hätte“ (Lehrkraft 1, Z. 41-42).	Aussage treffen, dass die Schüler*innen aus der Gruppe wegen einer anderen (niedrigeren oder höheren) Arbeitsge-schwindigkeit ausgeschlossen werden bzw. die Gruppe aufgrund der Geschwindigkeit nicht zusammenarbeitet.
(2.2)	Geringe Motivation einzelner Schüler*innen.	Geringere Motivation führt zum sozialen Ausschluss.	*„dann war die Konzentration wieder woanders“ (Lehrkraft 4, Z- 127-128).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schüler*innen aufgrund geringerer Motivation (zum Arbeiten) ausgeschlossen werden
(2.3)	Nicht-Einlassen auf die Gruppe.	Nicht-Einlassen auf die Gruppe führt zum sozialen Ausschluss.	*„und sich auf das einzulassen was die Mitgruppenteilnehmer machen fällt ihm eh fällt ihm schwer“ (Lehrkraft 1, Z. 81-82).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Schüler*innen sich nicht auf die Gruppe einlassen und deshalb ausgeschlossen werden.
(2.4)	Fehlende soziale Kompetenten.	Fehlende soziale Kompetenzen führen zum sozialen Ausschluss.	*„Nun ehm entweder solche Situationen wo da der will das alles alleine machen und der lässt uns nicht mitmachen also machen wir das selber für uns“ (Lehrkraft 1, Z. 47-48).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Schüler*innen aufgrund fehlender bzw. geringer sozialer Kompetenzen aus der Gruppe ausgeschlossen werden bzw. nicht mitarbeiten.
(2.5)	Streit innerhalb der Gruppe.	Streit in der Gruppe führt zum sozialen Ausschluss.	*„so es gab in vielen Gruppen immer wieder Probleme und Konflikte“ (Lehrkraft 3, Z. 141).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Schüler*innen

				sich in der Kleingruppe streiten und es deshalb zum Ausschluss Einzelner kommt.
(2.6)	Unterschiedliches (Arbeits-)Verhalten.	Unterschiedliches (Arbeits-)Verhalten führt zum sozialen Ausschluss.	*„Man trennte sich dann vielleicht von ihnen, weil eine weitere Zusammenarbeit jetzt wirklich sehr anstrengend ist und dann sagte dann arbeiten zwei Mädchen dann eben so dann arbeiten wir für uns ja mit dem geht das ja nicht also schließen sich ja in gewisser Weise auch selber aus //. Mhm ja // und machen es dann wirklich den Mitschülern dann schwer" (Lehrkraft 1, 96-101).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Schüler*innen aufgrund eines anderen (Arbeits-)Verhaltens aus der Gruppe ausgeschlossen werden.
Oberkategorie 3: Gründe für den Nicht-Ausschluss von Schüler*innen aus der Kleingruppe				
(3.1)	Experimente als gemeinsame Elemente.	Während der Experimente sind ausgeschlossene Lernende nicht ausgeschlossen.	*„Bei den Versuchen war er dann wieder dabei" (Lehrkraft 3, Z. 78-79).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schüler*innen bei den Experimenten sozial integriert waren und nicht mehr ausgeschlossen werden.
(3.2)	Gemeinsam Spaß haben.	Gemeinsam Spaß haben verhindert sozialen Ausschluss.	*„hatten viel Spaß miteinander [lacht] so gut zusammengearbeitet ham sie nicht unbedingt, aber die ehm ja ham sich gegenseitig auf jeden Fall auch nicht ausgeschlossen" (Lehrkraft 2, Z. 86-88).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass gemeinsamer Spaß in der Lernumgebung den sozialen Ausschluss verhindert.
(3.3)	Gemeinsame, hohe Motivation.	Gemeinsame, hohe Motivation verhindert sozialen Ausschluss.	*„sehr motiviert, eh seine Gruppe hat vorbildlich eigentlich gearbeitet und sich immer mit dem Unterricht eigentlich beschäftigt, ham viel ausprobiert, viel auch in andere Richtungen was ham selber Experimente erfunden, also ja ham forschend gearbeitet. War schön mit anzusehen und*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Lernenden aufgrund gemeinsamer hoher Motivation zusammenarbeiten und/oder nicht

			206 hatte auch viel ehm für die anderen übernommen, hat viel Verständnis gehabt und hat anderen viel erklärt auch noch. Das war schon und ausgestoßen wurde er auf keinen Fall, also was normalerweise in Gruppenarbeiten bei ihm aber eigentlich eher der Fall ist, weil er keine Lust hat mitzuarbeiten, sich rausnimmt und ja auch mit aber in der Gruppe in der Gruppenzusammenstellung das war super die ham super gearbeitet und 206 ja war voll integriert" (Lehrkraft 2, Z. 108-117).	ausgeschlossen werden.
(3.4)	Auffälliges Verhalten führt nicht immer zu Ausschluss.	Externalisierendes Verhalten führt nicht immer zum Ausschluss.	*„103 der ganz stark um Aufmerksamkeit konkurriert mit nem anderen Schüler der recht auffällig ist und //.Mhm// eh so ein kleiner Wettbewerb darum ist wer hier den größten Spökes macht. //. Ja // Der wird nicht ausgeschlossen" (Lehrkraft 1, Z. 109-112).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass auffälliges bzw. auffälligeres Verhalten einzelner Lernender nicht notwendigerweise zum Ausschluss führt.
(3.5)	Weniger auffällig als im regulären Unterricht.	Weniger externalisierendes Verhalten als im regulären Unterricht verhindert sozialen Ausschluss.	*„401 der ehm ist also weniger auffällig gewesen als ich das erwartet habe was allerdings auch durch die Einstellung mit Medikamenten tatsächlich sein kann das die ADHS-Problematik da überhaupt nicht mehr zum Tragen kam. Also der ist wirklich wesentlich ruhiger gewesen und von daher auch von den anderen Kindern besser angenommen worden //.Mhm// Da ist also die Problematik nicht aufgebrochen" (Lehrkraft 4, Z. 71-76).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schülerinnen und Schüler weniger auffällig sind und daher Teil der Gruppe sind bzw. nicht ausgeschlossen werden.
(3.6)	Positiveres Arbeitsverhalten als im regulären Unterricht.	Positiveres Arbeitsverhalten als im regulären Unterricht verhindert sozialen Ausschluss.	*„Ehm da ist auch der Kontakt zur Gruppe dann letztendlich dann dadurch auch erhalten geblieben das sie gesehen haben, aha der arbeitet halt tatsächlich mit" (Lehrkraft 4, Z. 221-223).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte anmerken, dass sich ein positiveres Arbeitsverhalten als im regulären Unterricht positiv

			auf den Nicht-Ausschluss auswirkt.
Oberkategorie 4: Aspekte mit Bezug zur sozialen Integration, die beim Re-Design berücksichtigt werden sollten.			
(4.1) Geschwindigkeits-probleme durch niveaudifferenzierte Tempoaufgaben lösen.	Beim Re-Design niveaudifferenzierende Tempoaufgaben berücksichtigen, um unterschiedelicher Geschwindigkeit entgegenzuwirken.	*„I: Das heißt hier müsste man verstärkt dann nochmal genau da rein gehen in der Hoffnung, dass sich auch dann die soziale Integration einzelner //. Ja // Vielleicht aber auch der anderen Gruppen wie auch immer verbessern lässt. B: Also ich sag mal bei den Tempoaufgaben war das Problem das im Prinzip fast keiner unserer Schüler die gelöst hat //. (zustimmendes) Mhm // Also die waren dann wirklich zu schwer //. (zustimmendes) Mhm //. Also da war //. (zustimmendes) Ja //. ja die Schere zu krass. Also vielleicht das man da auch bei den Tempoaufgaben einfachere und schwerere //. Einfachere und schwerere mhm //. Also das man //. Ja // damit das vielleicht zumindest die Guten beschäftigt" (Lehrkraft 3, 122-131).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Lernenden weniger unterschiedlich weit wären, wenn die Tempoaufgaben niveaudifferenziert wären.
(4.2) Angemessenes Verhalten klar definieren.	Angemessenes Verhalten klarer definieren, um sozialen Ausschluss zu verringern.	*„Hätte bei der 402 tatsächlich deutlich mehrfach deutlich gemacht ehm was ich als ein angemessenes Verhalten im Unterricht ansehe" (Lehrkraft 4, Z. 286-287).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass angemessenes Verhalten (z.B. durch Interventionen) klar definiert wird.
(4.3) Motivation aufrechterhalten – negatives Verhalten vermeiden.	Motivation allgemein aufrechterhalten um externalisierendes Verhalten zu vermeiden und um sozialen Ausschluss zu verringern.	*„dieser Arbeit mit dem Heft letztendlich mal noch Phasen einbauen müsste das man sagt jetzt ham wir nicht sofort alles preisgegeben, sondern die Spannung //.Mhm// bleibt irgendwie länger hoch //.Mhm//. Da war vielleicht der Knackpunkt das die Schüler irgendwann gesagt haben aha jetzt ham wir das Prinzip*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass durch eine Aufrechterhaltung der Motivation negatives Verhalten vermieden werden kann.

		erkannt //.Mhm// den Modus erkannt und eh die sind auch gar nicht so doof die Schüler das eine gewisse Intelligenz //.Mhm// würde ich Ihnen schon deutlich zusprechen das sie vielleicht auch auf ner Metaebene mehr Struktur als die anderen die immer fleißig weitergearbeitet haben //.Ja// und dann gesehen habe aha jetzt (.) wissen wir so langsam wies läuft und jetzt tendenziell wüsste ich auch ich könnte es dann mache ich mal ein bisschen Unsinn mehr" (Lehrkraft 4, Z. 128-138)	
(4.4) Interventionen durch die Lehrkraft in Form von Einzelgesprächen.	Bei sozialem Ausschluss Interventionen in Form von Einzelgesprächen.	**„***403 ehm da hätten wir vielleicht mal das Gespräch nochmal geführt auf sozialer Ebene beim Einzelgespräch, warum sie mit der Gruppe //.Mhm// denn nicht so gut zurecht kommt. Hätte ich auch nochmal mit den anderen Gruppenmitgliedern einzeln gesprochen //.Mhm// wo denn die Probleme genau gesehen werden" (Lehrkraft 4, Z. 287-291).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Interventionen im Hinblick auf die Kooperation und den sozialen Ausschluss in Einzelgesprächen erfolgen sollten.
(4.5) Sozialen Auftrag stärker kommunizieren.	Sozialen Auftrag stärker kommunizieren, um sozialen Ausschluss zu verringern.	**„***und sagen kümmere dich mal mehr um die soziale Interaktion" (Lehrkraft 4, Z. 276-277).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass sich die Schülerinnen und Schüler stärker darum kümmern sollen, dass sie oder andere sozial integriert sind.
Oberkategorie 5: Aspekte zur Hilfsbereitschaft in den Kleingruppen			
(5.1) Die Lernenden unterstützen sich gegenseitig.	Die Lernenden unterstützen sich gegenseitig.	*„und eh ich hab da bemerkenswerte Situationen erlebt zum Beispiel mit 106 der dann von seinen eh Schulmitkammeraden dann angeleitet wurde eh doch eh und auch gelobt wurde, mit einbezogen wurde und eh ja gemeinsame Ergebnisse dann eh oder eigene Ergebnisse dann in*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig unterstützen.

		die Gruppe mit eingebracht hat das war sehr schön“ (Lehrkraft 1, Z. 73-77).	
(5.2) Es gibt Lernende die keine Hilfe annehmen möchten.	Einzelne Lernende nehmen von ihren Gruppenmitgliedern keine Hilfe an.	*„Ja also ich sag mal so bei den Kindern ist es eigentlich wirklich auffällig, die arbeiten nicht aber fragen auch nicht nach Hilfe“ (Lehrkraft 3, Z. 218-219)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Lernende partout keine Hilfe annehmen möchten.
(5.3) „Starke Lernende unterstützen schwächere“ gelingt nicht immer.	Die Idee „Starke Lernende unterstützen schwächere“ gelingt nicht immer.	*„Ja aber im Endeffekt es ist natürlich gut wenn man Zugpferde drin hat die dann auch beim Denken helfen aber es ist halt doof wenn die dann die ganze Zeit ausgebremst werden“ (Lehrkraft 3, Z. 114-116).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass sich die Idee starke Lernende helfen schwächeren Schülerinnen und Schülern nicht notwendigerweise gelingt.
(5.4) Hilfesystem sehr präsent. Gegenseitige Unterstützung wird vermindert.	Das Hilfesystem ist sehr präsent und verringert die gegenseitige Unterstützung.	*„das Hilfesystem war relativ präsent und relativ stark sodass ehm sehr oft sehr schnell auf die Hilfe //.Mhm// karten zurückgegriffen wurde und ehm man da also nicht wirklich sehen konnte ob jetzt untereinander //.Mhm// jemand das schon verstanden hat //.Ja// und hat dann geholfen den anderen Dreien //.Ja. ok// Das hat sich so ein bisschen versteckt hinter dem Hilfesystem“ (Lehrkraft 4, Z. 185-189).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass das Hilfesystem sehr präsent ist und dass die Schülerinnen und Schüler eher das Hilfesystem als die Mitschülerinnen und Mitschüler bei Fragen nutzen.
(5.6) Einzelne Schüler*innen werden nicht unterstützt.	Einzelne Lernende werden von den Gruppenmitgliedern nicht unterstützt.	*„und wurde von seinen Gruppenmitgliedern nicht hinreichend unterstützt“ (Lehrkraft 2, Z. 164).*	Alle Aussagen der Lehrkräfte, die darauf hindeuten, dass einzelne Lernende nicht unterstützt werden.

E Codierleitfaden für die Zwischenerhebung für Regeln, Routinen und Konsequenzen (ZU_RRK)

Unterkategorie:	Definition:	Ankerbeispiel:	Codierregeln:
Oberkategorie 1: Regeln in den experimentellen Phasen			
1.1 Aktive Beteiligung.	Alle Schülerinnen und Schüler beteiligen sich aktiv am Experiment und der Auswertung.	*„Jedes Gruppenmitglied beteiligt sich aktiv" (Lehrkraft 2).*	Alle Aussagen, die auf die Regel zur aktiven Beteiligung an Experiment und / oder Auswertung hindeuten.
1.2 Materialien werden zurückgebracht – es wird aufgeräumt.	Am Ende des Experiments werden die Materialien wieder zurückgebracht. Der Experimentierplatz wird aufgeräumt.	*„Wir verlassen unseren Platz sauber und aufgeräumt" (Lehrkraft 11).*	Alle Aussagen, die auf die Regel zum Aufräumen des Platzes und Zurückbringen der Materialien hindeuten.
1.3 Leises und konzentriertes Arbeiten.	Die Schülerinnen und Schüler arbeiten ruhig und konzentriert.	*„konzentriertes und ruhiges Arbeiten" (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die auf die leises und / oder konzentriertes Arbeiten fordern.
1.4 Allgemeine Sicherheitshinweise.	Sicherheitshinweise werden eingehalten.	*„NW-Sicherheitsregeln in leichter Sprache" (Lehrkraft 11).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass Sicherheitshinweise eingehalten werden. Dies schließt auch Sicherheitshinweise wie „Haare zusammenbinden", „Schutzbrille nutzen", „Aufbauten sicher hinstellen" mit ein, welcher für die Lernumgebung nicht relevant sind und daher nicht individuell betrachtet werden.
1.5 Nicht rennen.	In den experimentellen Phasen wird nicht gerannt.	*„Nicht herumrennen" (Lehrkraft 1).*	Alle Aussagen, die auf die Regel zum nicht-laufen bzw. –rennen hindeuten.
1.6 Rücksäcke und Jacken werden sicher verstaut.	Rucksäcke und Jacken liegen abseits.	*„Rucksäcke unter die Tische" (Lehrkraft 1).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Jacken und Rucksäcke sicher verstaut werden sollen.
1.7 Im Physik- bzw. NW-Unterricht wird nicht gegessen und getrunken.	Eine Regel im inklusiven NW- bzw. Physikunterricht besagt, dass die Schülerinnen und Schüler nicht essen und trinken dürfen.	*„Kein Essen und Trinken" (Lehrkraft 1).*	Alle Aussagen der Lehrkräfte bei Aufgabe 2, die darauf hindeuten, dass die Lernenden im Physik- bzw. NW-Unterricht nicht essen und/oder trinken dürfen.
1.8 Auf dem Platz sitzen bleiben.	Während des Experiments bleiben alle Lernenden auf ihrem Platz.	*„Jeder arbeitet in seiner Gruppe an seinem Arbeitsplatz" (Lehrkraft 19).*	Alle Aussagen, dazu, dass die Lernenden während des Experiments am Platz bleiben sollen.

1.9 Nur notwendige Materialien.	Am Platz sind nur die für das Experiment notwendigen Materialien.	*„am Arbeitsplatz sind nur die für den Unterricht benötigten Materialien" (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, dazu, dass nur die für das Experiment benötigten Materialien auf dem Tisch liegen sollen.
1.10 Anweisungen befolgen.	Den Anweisungen der Lehrkraft ist Folge zu leisten.	*„Auf das Hören was der Lehrer sagt" (LK 1)*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Anweisungen der Lehrkraft befolgt werden sollen.
1.11 An die Versuchsanleitung halten.	Genau an die Versuchsanleitung halten.	*„Wir beachten genau die Versuchsanleitung" (Lehrkraft 23).*	Alle Aussagen, die beschreiben, dass sich die Schülerinnen und Schüler genau an die Anleitung des Experiments halten sollen.
1.12 Teamwork.	Bei Experimenten arbeiten die Schülerinnen und Schüler im Team.	*„Wir arbeiten im Team zusammen" (Lehrkraft 23).*	Alle Aussagen, dass die Schülerinnen und Schüler im Team arbeiten sollen.
1.13 Schul- und Klassenregeln.	Zusätzlich gelten die Schul- und Klassenregeln.	*„Schulregeln, Klassenregeln" (Lehrkraft 9).*	Alle Aussagen, dass die Schul- und Klassenregeln gelten.
Oberkategorie 2: Regeln in den Übungs- und Anwendungsphasen			
2.1 Auf dem Platz bleiben.	Schülerinnen und Schüler bleiben während des Unterrichts auf ihrem Platz sitzen.	*„SuS bleiben an ihrem Platz" (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lernenden auf ihrem Platz sitzen bleiben sollen.
2.2 An die Aufgabenstellung halten.	Die Schülerinnen und Schüler halten sich an die Aufgabenstellung.	*„Wir halten uns an die Aufgabenstellung" (Lehrkraft 11).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass sich die Lernenden an die Aufgabenstellung halten.
2.3 Anweisungen der Lehrkraft befolgen.	Den Anweisungen der Lehrkraft ist Folge zu leisten.	*„Den Anweisungen der Lehrkraft ist absolut Folge zu leisten" (Lehrkraft 6)*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lernenden den Anweisungen der Lehrkraft Folge leisten.
2.4 Aktive Beteiligung.	Jedes Kind beteiligt sich aktiv am Arbeitsprozess.	*„jedes Gruppenmitglied beteiligt sich aktiv" (Lehrkraft 2).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass sich die Kinder aktiv am Arbeitsprozess beteiligten.
2.5 Fragen werden in der Gruppe geklärt.	Fragen werden zunächst mit der Gruppe geklärt.	*„Fragen mit den anderen Mitgliedern klären" (Lehrkraft 19).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass Fragen zuerst in der Kleingruppe geklärt werden, bevor die Lehrkraft gefragt wird.
2.6 Leise und konzentriert arbeiten.	Die Schülerinnen und Schüler arbeiten leise und konzentriert.	*„konzentriertes und ruhiges Arbeiten" (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lernenden leise und konzentriert arbeiten.
2.7 Im Unterricht aufpassen.	Die Schülerinnen und Schüler passen im Unterricht auf.	*„passen zu jeder Zeit auf ihr Experiment auf" (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lernenden im

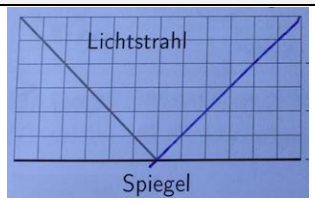
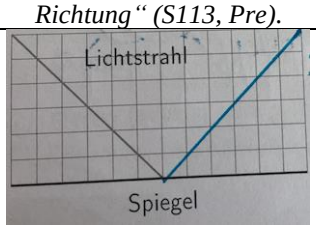
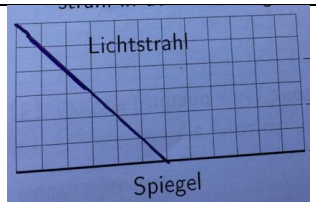
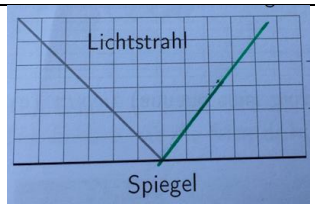
			Unterricht aufpassen sollen.
2.8 Bei Fragen melden.	Bei Fragen melden sich die Schülerinnen und Schüler.	*„Bei Fragen melden wir uns“ (Lehrkraft 11).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass sich die Lernenden bei Fragen melden sollen.
2.9 Im Team arbeiten.	Bei Gruppenarbeit arbeiten die Lernenden im Team.	*„Wir arbeiten im Team zusammen“ (Lehrkraft 23).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Schülerinnen und Schüler bei Gruppenarbeit im Team arbeiten sollen.
2.10 Es redet immer nur ein Kind.	Bei Gruppenarbeit redet immer nur ein Kind gleichzeitig.	*„Es redet immer nur einer“ (Lehrkraft 1).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass in Gruppenarbeiten immer nur ein Kind gleichzeitig redet.
2.11 Andere nicht stören.	Die Lernenden verhalten sich so, dass ihre Mitschülerinnen und Mitschüler und die Lehrkräfte nicht gestört werden.	*„störe deine Mitschüler oder den Lehrer nicht“ (Lehrkraft 23).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass andere Personen im Klassenraum (Mitschülerinnen und Mitschüler, Lehrkraft) nicht gestört werden sollen.
2.12 Respektvoller Umgang.	Schülerinnen und Schüler gehen respektvoll miteinander um.	*„respektvoll miteinander umgehen“ (Lehrkraft 1).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lernenden respektvoll miteinander umgehen sollen.
Oberkategorie 3: Routinen in den experimentellen Phasen			
3.1 Experimentier-Ablauf.	Klarer Ablauf der Experimentiervorbereitung und -durchführung.	*„Klärung des Arbeitsauftrags, Sicherheitshinweise und Anmerkungen, Zeit für Fragen, erst dann wird begonnen“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass es einen klaren Ablauf für die Experimente gibt.
3.2 Feste Position für Jacken und Rucksäcke.	Jacken und Rucksäcke werden zu Beginn der Unterrichtsstunde auf die Fensterbank gelegt.	*„Rucksäcke und Jacken auf der Fensterbank deponieren“ (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass Jacken und Rucksäcke zu Beginn der Stunde an eine bestimmte Stelle (z.B. Fensterbank) gelegt werden.
3.3 Experimentierkoffer.	Verwendung von Experimentierkoffern.	*„Materialboxen“ (Lehrkraft 11).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass Experimentierkoffer genutzt werden.
3.4 Helfersysteme.	Entlastung der Lehrkraft durch die Schülerinnen und Schüler.	*„Helfersystem“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lehrkraft durch Helfersysteme unterstützt wird.
3.5 Hilfen und Lösungen.	Hilfen und Lösungen liegen an zentraler Stelle aus.	*„Anwendung von Hilfekarten“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass Lösungen bzw. Hilfen zentral ausliegen.

3.6 Auf dem Platz bleiben.	Während des Experiments verlassen die Lernenden den Sitzplatz nicht.	*„jeder im NW-Raum an seinem Platz bleiben“ (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lernenden während des Experiments am Platz bleiben.
3.7 Rollen.	Die Lernenden erhalten feste Rollen während der Experimente.	*„je nach Experiment Rollenkarten“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass es feste Rollen (z.B. Zeitwächter, ...) gibt.
Oberkategorie 4: Routinen in den Übungs- und Anwendungsphasen			
4.1 Lösungsvergleich durch kooperatives Lernen.	Lösungsvergleich durch kooperative Lernformen.	*„Vergleichen der Aufgaben oft mit der Methode ‚Lern-tempoduett’“ (Lehrkraft 19).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lehrkräfte zum Lösungsvergleich kooperative Lernformen nutzen (z.B. Lerntempoduett).
4.2 Ruhezeichen.	Verwendung von Ruhezeichen.	*„Ruhezeichen, z.B. Klatschen, Klingeln“ (Lehrkraft 19).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass ein Ruhezeichen genutzt wird.
4.3 Helfersysteme.	Helfersysteme werden genutzt.	*„Helfersystem (z.B. Blätter verteilen)“ (Lehrkraft 19).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lehrkräfte von den Schülerinnen und Schüler unterstützt werden.
4.4 Bei Fragen melden.	Bei Fragen melden sich die Lernenden.	*„bei Fragen melden“ (Lehrkraft 11).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass sich die Lernenden bei Fragen melden.
4.5 Musterlösungen und Hilfen nutzen.	Nutzen von Musterlösungen und Hilfen.	*„Hilfen und Musterlösungen liegen auf dem Pult aus“ (Lehrkraft 11).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass Musterlösungen und Hilfen an zentraler Stelle ausliegen und genutzt werden sollen.
4.6 Ablauf bei der Lösung von Aufgaben.	Fester Ablauf zum Bearbeiten der Aufgaben.	*„Erst zuhören, dann lesen, dann gegebenenfalls Fragen stellen“ (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass es einen klaren Ablauf für die Lösung von Aufgaben gibt.
Oberkategorie 5: Positive Konsequenzen			
5.1 Einsatz als Experte.	Einsatz als Experte.	*„Einsatz als Experte“ (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine positive Konsequenz der Einsatz als Experte ist.
5.2 persönliche Gespräche.	Persönliche Gespräche mit den Lernenden.	*„bei Bedarf mit einigen SuS im Vieraugengespräch“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine positive Konsequenz ein persönliches Gespräch ist (z.B. zum Loben).
5.3 Spiele.	Spiele am Ende einer Unterrichtsreihe.	*„nach der Unterrichtsreihe eine Unterrichtsstunde spielen“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine positive Konsequenz ist am

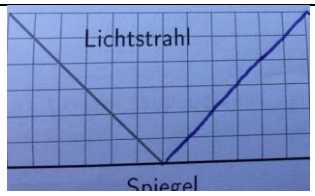
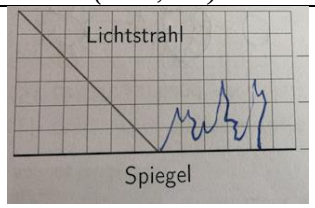
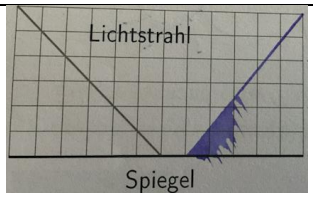
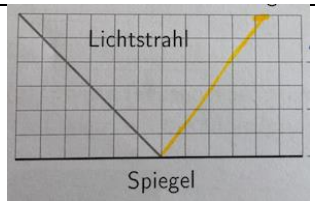
			Ende einer Reihe Spiele zu spielen.
5.4 Lob-Briefe.	Lob-Briefe an Eltern.	*„Lobbriefe an die Eltern“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine positive Konsequenz Lob-Briefe an die Eltern sind.
5.5 Verstärkersysteme.	Verstärkersysteme nutzen.	*„Smilies“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass als eine positive Konsequenz Verstärkersysteme (z.B. in Form von Smileys) genutzt werden.
5.6 Einfluss auf die Note.	Positiver Einfluss auf die Note.	*„gute Leistungsbewertung“ (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine positive Konsequenz der positive Einfluss auf die Note ist.
5.7 Lob.	Lob (vor den Mitschülerinnen und Mitschülern).	*„Lob als positive Rückmeldung“ (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine positive Konsequenz das Lob (vor den Mitschülerinnen und Mitschülern) ist.
Oberkategorie 6: Negative Konsequenzen			
6.1 Soziale Aufgabe.	Soziale Aufgabe übernehmen.	*„Übernahme einer ‚sozialen Aufgabe wie z.B. dem Hausmeister helfen“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine negative Konsequenz die Übernahme einer sozialen Aufgabe ist.
6.2 Persönliche Gespräche mit Lernenden.	Persönliche Gespräche mit Lernenden.	*„Gespräche über das Fehlverhalten“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine negative Konsequenz persönliche Gespräche mit der Lehrkraft sind.
6.3 Verstärkersystem.	Verstärkersystem nutzen.	*„traurige Smileys“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass Verstärkersysteme als negative Konsequenz genutzt werden.
6.4 Rückmeldung an Klassenlehrer*in bzw. Eltern.	Rückmeldung an Klassenlehrer*in bzw. Eltern.	*„Eltern werden immer informiert“ (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine negative Konsequenz die Rückmeldung an die Klassenlehrer*in bzw. die Eltern ist.
6.5 Nacharbeiten des Stoffs.	Nacharbeiten des verpassten Stoffs.	*„zum Nachholen dieses Inhalts verpflichten“ (Lehrkraft 12).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine negative Konsequenz das

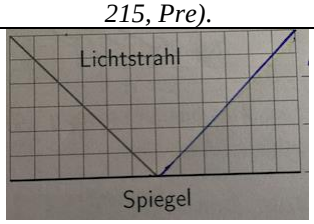
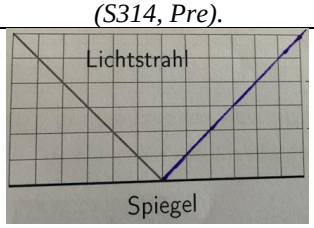
			Nacharbeiten der Unterrichtsinhalte ist.
6.6 Schriftliche Reflexion.	Schriftliche Reflexion schreiben.	*„Schriftliche Schülerreflexion“ (Lehrkraft 6).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass das Formulieren einer schriftlichen Reflexion eine negative Konsequenz ist
6.7 Einfluss auf die Note.	Negativer Einfluss auf die Note.	*„schlechte Leistungsbewertung“ (Lehrkraft 6)*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine negative Konsequenz der Einfluss auf die Note ist.
6.8 Äußerungen vor Lerngruppe was nicht gut gelaufen ist.	Äußerungen vor Lerngruppe was nicht gut gelaufen ist.	*„Äußerung in der Lerngruppe, was in der jeweiligen GA, PA nicht gut gelaufen ist“ (Lehrkraft 2)*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass als negative Konsequenz vor der Lerngruppe geäußert wird, was nicht gut gelaufen ist.
6.9 Ausschluss.	Ausschluss von Lernenden unter Wahrung der Aufsichtspflicht.	*„mit Aufgaben in eine andere Klasse schicken“ (Lehrkraft 20)*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine negative Konsequenz der Ausschluss aus der Lerngruppe (unter Wahrung der Aufsichtspflicht) ist.
6.10 Eintrag ins Klassenbuch.	Eintrag ins Klassenbuch.	*„Eintrag ins Klassenbuch“ (Lehrkraft 1)*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine negative Konsequenz der Eintrag ins Klassenbuch ist.
6.11 Mündliche Ermahnung.	Mündliche Ermahnung als negative Konsequenz.	*„Ermahnung“ (Lehrkraft 1)*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass eine negative Konsequenz eine mündliche Ermahnung ist.

F Codierleitfaden aus dem 2. Mesozyklus zur Präkonzepten und Vorstellungen im Pre- und Post-Test (MESO2_PK)

Unterkategorie:		**Ankerbeispiel:**	**Codierregeln:**
Oberkategorie 1: Vorstellungen der Schüler*innen davon was passiert, wenn Licht auf einen Spiegel trifft.			
(1.1)	Die Schüler*innen beschreiben, dass das Licht **„zurückgestrahlt“** wird. Die Zeichnung zeigt, dass die Winkel von einfallendem und ausfallendem Strahl korrekt sind.[198]	 *„Das Licht prallt vom Spiegel ab und scheint in die entgegengesetzte Richtung“ (S113, Pre).*	Antworten der Form: Das Licht wird im richtigen Winkel umgelenkt. Hierzu zählt auch „spiegeln“, „prallt ab“, „Spiegelbild des Strahls“, „weitergeleitet“, Verweis auf das Bild (Strahl geht weiter wie in der Abbildung).
(1.2)	Die Schüler*innen beschreiben, dass das Licht **reflektiert** (der Fachbegriff wird genannt) wird. Die Zeichnung zeigt, dass die Winkel von einfallendem und ausfallendem Strahl korrekt sind.	 *„Der Lichtstrahl reflektiert“ (S201, Pre).*	Antworten der Form: Das Licht wird im richtigen Winkel reflektiert. Das Fachwort wird genannt.
(1.3)	Die Schüler*innen beschreiben, dass das Licht **„zurückgestrahlt“** wird. Die Zeichnung zeigt, dass die Winkel von einfallendem und ausfallendem Strahl **nicht** korrekt sind, der Startpunkt falsch ist oder wenn die Zeichnung nicht vorhanden ist.	 *„Der Spiegel spiegelt den Lichtstrahl“ (S202, Pre).*	Antworten der Form: Das Licht wird im falschen Winkel umgelenkt. Hierzu zählt auch „spiegeln“, „prallt ab“, „Spiegelbild des Strahls“, „weitergeleitet“, Verweis auf das Bild (Strahl geht weiter wie in der Abbildung).
(1.4)	Die Schüler*innen beschreiben, dass das Licht **reflektiert** (der Fachbegriff wird genannt) wird. Die Zeichnung zeigt, dass die Winkel von einfallendem und ausfallendem Strahl **nicht** korrekt sind, der Startpunkt falsch ist oder wenn die Zeichnung nicht vorhanden ist.	 *„Der Lichtstrahl reflektiert sich im Spiegel und er wird zurückgeworfen“ (S207, Pre).*	Antworten der Form: Das Licht wird im falschen Winkel reflektiert. Das Fachwort wird genannt.

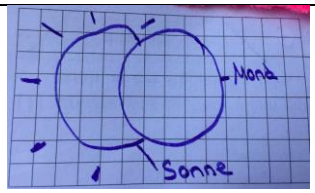
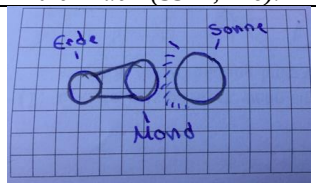
[198] Das Wort „brechen“ wird im Sinne von „abknicken“ genutzt.

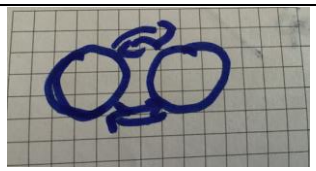
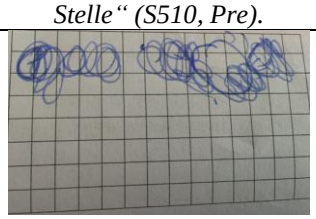
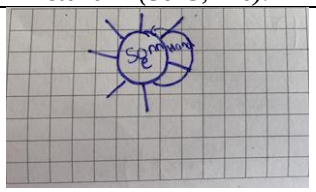
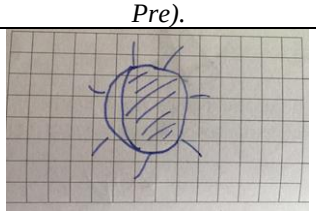
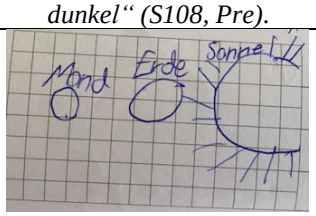
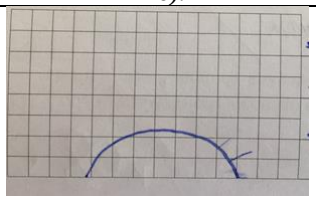
(1.5)	Die Schüler*innen schreiben und zeichnen keine Lösung auf.	*Kein Ankerbeispiel*	Keine Antwort und Zeichnung.
(1.6)	Keine Erklärung. Die Zeichnung zeigt, dass die Winkel von einfallendem und ausfallendem Strahl korrekt sind.	 *(S. 120, Pre).*	Keine Erklärung. Die Skizze zeigt, dass der Strahl korrekt reflektiert wird.
(1.7)	Die Schüler*innen meinen, dass es einen Schatten gibt, wenn Licht auf einen Spiegel trifft.	*„Da passiert dass ein Schatten rauskommt" (S625, Pre).*	Aussagen der Form, dass ein Schatten entsteht.
(1.8)	Wenn der Lichtstrahl auf den Spiegel trifft, geht der Spiegel kaputt.	*„Wenn ein Lichtstrahl auf einen Spiegel trifft, dann geht der Spiegel kaputt" (S212, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Spiegel kaputtgeht.
(1.9)	Wenn Licht auf einen Spiegel trifft brennt es bzw. es wird heiß (ggfs. nachdem es reflektiert wird).	 *„Je nachdem wie man den Spiegel hält kann ein Feuer entstehen" (S319, Pre).*	Aussagen der Form, dass es heiß wird bzw. brennt.
(1.10)	Der Spiegel zeichnet Bilder (z.B. Kreise, Punkte, Lichter an die Decke).	*„Der Spiegel zeigt dann so Lichte" (S206, Pre).*	Aussagen der Form, dass (an der Decke) Kreise, Punkte usw. sichtbar sind.
(1.11)	Keine (geeignete) Erklärung. Auf dem Bild erkennt man, dass der Startpunkt des reflektierten Strahls falsch ist, falscher Winkel.		Keine schriftliche Erklärung. Der reflektierte Lichtstrahl beginnt am falschen Startpunkt.
(1.12)	Wenn Licht auf einen Spiegel trifft, gibt es einen Regenbogen.	*„Es kommt dann ein Regenbogen" (S716, Pre).*	Aussagen der Form, dass es einen Regenbogen gibt.
(1.13)	Wenn Licht auf einen Spiegel trifft, blendet es sehr.	*„Es blendet sehr und leuchtet" (S901, Pre)*	Wird nur bei falscher Zeichnung kodiert. Aussagen der Form, dass das Licht blendet (vgl. auch UK 1.16).
(1.14)	Der Strahl wird im Winkel von 90° weitergeleitet.	 *„Der Spiegel bündelt den einzelnen Lichtstrahl und wirft einen Lichtpunkt im*	Aussagen der Form, dass der Strahl im Winkel von 90° weitergeleitet wird. Hierzu zählt auch „spiegeln", „prallt ab", „Spiegelbild des Strahls", „weitergeleitet", Verweis auf das Bild (Strahl geht weiter wie in der Abbildung).

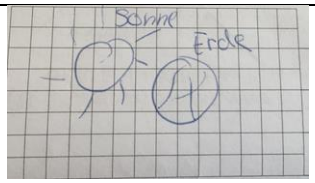
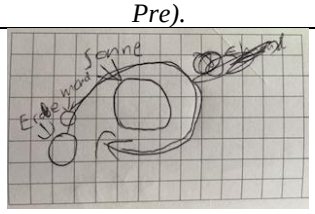
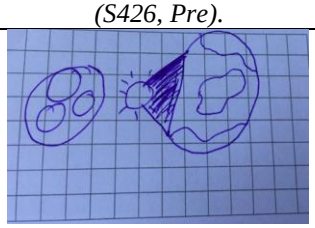
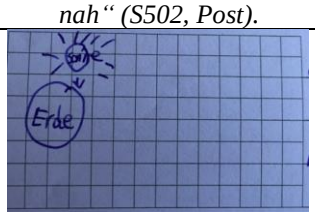
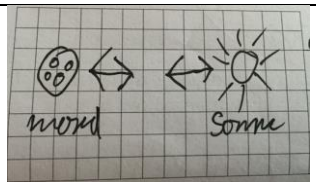
		90° Winkel gegenüber“ (S. 215, Pre).	
(1.15)	Der Strahl wird im Winkel von 90° reflektiert.	 *„Der Spiegel reflektiert den Lichtstrahl so das, dass Licht in einen rechten Winkel reflektiert wird“ (S314, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Strahl im Winkel von 90° reflektiert wird. Das Fachwort wird genannt.
(1.16)	Wenn das Licht auf einen Spiegel trifft, blendet es in die richtige Richtung.	 *„Es blendet auf die andere Seite“ (S906, Pre).*	Wird nur bei richtiger Zeichnung kodiert. Aussagen der Form, dass das Licht blendet (vgl. auch UK 1.13).
(1.17)	Der Spiegel wird beleuchtet.	*„Dann beleuchtet es den Spiegel“ (S110, Post).*	Aussagen der Form, dass der Spiegel beleuchtet wird.
Oberkategorie 2: Vorstellungen davon, warum man in der Dunkelheit einen dunklen Ranzen nicht sehen kann.			
(2.1)	Weil die Ranzen dunkel sind. Daher kann man sie nicht gut sehen.	*„Weil es eine dunkle Farbe ist“ (S208, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Ranzen dunkel ist. Es wird nicht erwähnt, dass es draußen auch dunkel ist.
(2.2)	Dunkelheit und Ranzen lassen sich nicht unterscheiden.	*„Weil der Hintergrund schwarz ist und die Tasche auch“ (S113, Pre).*	Aussagen der Form, dass sich die Dunkelheit und der Ranzen nicht unterscheiden lassen. Ein Indikator ist das Wort **„auch“** bzw. **„anpassen“**. Es wird beschrieben, dass Schulranzen und Dunkelheit dunkel sind.
(2.3)	Keine Lösung bzw. nicht annähernd passende Lösung.	*Kein Ankerbeispiel.*	
(2.4)	Weil das Licht verschluckt bzw. nicht wieder abgegeben (reflektiert) wird.	*„Weil er das Licht einsaugt“ (S207, Pre).*	Aussagen der Form, dass das Licht verschluckt bzw. nicht wieder abgegeben wird.
(2.5)	Weil es dunkel ist bzw. weil kein Licht vorhanden ist (weil es Nacht ist oder weil das Auto kein Licht an hat). Man kann im Dunklen nicht gut sehen.	*„Die Sonne geht ca. gegen 8:00 Uhr auf. Sonst ist es Dunkel auf der Erde“ (S210, Pre).*	Aussagen der Form, dass es draußen dunkel ist. Der Ranzen wird nicht erwähnt.
(2.6)	Weil der dunkle Ranzen keine Reflektoren hat	*„Weil die Kinder keine Reflektoren an ihren Ranzen hatten“ (S202, Pre).*	Es wird nur auf Reflektoren verwiesen und nicht auf die reflektierende Eigenschaft.

	oder nicht hell bzw. bunt ist bzw. keine LEDs hat.		Das Wort hell sollte erwähnt werden, sonst UK 2.1.
Oberkategorie 3: Vorstellungen davon, wie ein Schatten entsteht.			
(3.1)	Keine Antwort	*Kein Ankerbeispiel.*	
(3.2)	Schatten gleich der Bereich hinter dem Klotz, der nicht beleuchtet wird.	*„Weil das Licht nicht hinter den Klotz gelangt" (S203, Pre).*	Aussagen der Form, dass hinter dem Klotz kein Licht ist. Es wird nicht begründet warum nicht.
(3.3)	Wegen des Klotzes.	*„Weil das Holz da steht. Würde es nicht da stehen dann würde kein Schatten entstehen" (S901, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Klotz für den Schatten verantwortlich ist. Keine weitere Begründung.
(3.4)	Wegen der Lichtquelle.	*„Wenn Licht auf dem Holz scheint kann man Schatten sehen. Es liegt an dem Strahlen der Sonne"(S206, Pre).*	Aussagen der Form, dass Licht für den Schatten verantwortlich ist. Keine weitere Begründung.
(3.5)	Der Gegenstand wird beleuchtet; weil die Lampe auf den Gegenstand strahlt; weil das Licht gegen den Klotz kommt.	*„Also wenn man ein Licht in ein Holzklotz macht kann den Schatten von hinten gehn zum Beispiel ein Fahrrad mit ein Mann kommt mit einem Licht und dann sieht man den Schatten" (S814, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Schatten entsteht weil der Gegenstand beleuchtet wird. Es wird keine Richtung erwähnt.
(3.6)	Weil das Licht nur aus einer Richtung kommt.	*„Weil nur eine Seite beleuchtet wird" (S221, Pre).*	Aussagen der Form, dass das Licht nur aus einer Richtung kommt bzw. der Klotz nur von vorne und / oder nicht von hinten beleuchtet wird. Auch: Lampe leuchtet aus bestimmter Position.
(3.7)	Das Licht kommt nicht durch den Klotz hindurch bzw. es prallt ab, reflektiert, wird gestreut, der Klotz steht Weg steht bzw. der Klotz das Licht blockiert. Es wird kein Grund hierfür genannt.	*„Weil der Klotz im Reich der Strahlen und das Licht nicht durch den Klotz kann deswegen entsteht ein Schatten" (S222, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Schatten entsteht, weil das Licht nicht durch den Klotz kommt. Auch Holzklotz steht im Licht, Klotz ist vor dem Licht, Klotz verdeckt das Licht.
(3.8)	Das Licht kommt nicht durch den Klotz hindurch bzw. es prallt ab, reflektiert, wird gestreut, der Klotz steht Weg steht bzw. der Klotz das Licht blockiert. Der Grund hierfür ist, dass es sich nicht um einen durchscheinenden Körper handelt.	*„Da der Holzklotz nicht durchsichtig ist kann hinter dem Holzklotz ein Schatten entstehen" (S412, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Schatten entsteht, weil das Licht nicht durch den Klotz kommt. Der Grund hierfür ist, dass der Klotz kein durchscheinender Körper ist.

(3.9)	Schatten als Abbild des Gegenstands.	*„Weil der Holzklotz abgebildet wird und dann entsteht ein Schatten“ (S201, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Schatten ein Abbild des Klotzes ist.
(3.10)	Licht beleuchtet den Raum direkt neben den Kanten des Klotzes.	*„Weil das Licht um den Holzklotz blendet und deswegen entsteht da ein Schatten“ (S115, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Bereich neben dem Klotz beleuchtet wird.
(3.11)	Licht beleuchtet den Raum direkt neben den Ecken des Klotzes. Es gibt einen Schatten, weil das Licht nicht durch den Klotz hindurchkommt, der Klotz im Weg steht bzw. der Klotz das Licht blockiert.	*„Wenn das Licht auf den Holzklotz scheint nimmt der Holzklotz das Licht weg und das Licht scheint nur drüber und nebenher“ (S319, Pre).*	Aussagen der Form, dass das Licht nicht durch den Klotz kommt. Es läuft jedoch neben dem Klotz her.
(3.12)	Das Licht kommt nicht durch den Klotz hindurch bzw. es prallt ab, reflektiert, wird gestreut, der Klotz steht Weg steht bzw. der Klotz das Licht blockiert. Der Grund hierfür ist die Länge des Klotzes.	*„Je nachdem wie lang der Holzklotz ist kann hinter ihn kein Licht gelangen“ (S215, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Schatten entsteht, weil das Licht nicht durch den Klotz kommt. Der Grund hierfür wird in der Länge des Klotzes gesehen.
(3.13)	Das Holzstück wird an der Wand gespiegelt.	*„Das Holzstück wird an der Wand gespiegelt“ (S309, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Klotz an der Wand gespiegelt wird.
(3.14)	Weil die Situation dreidimensional ist.	*„Weil es ist dreidimensional. Wenn es dreidimensional ist dann kommt ein Schatten“ (S816, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Schattenentstehung aus der dreidimensionalen Situation resultiert.
(3.15)	Alle Dinge haben im Licht einen Schatten.	*„Weil alle Sachen im Licht Schatten haben“ (S621, Pre).*	Allgemeine Aussagen, dass alle Gegenstände einen Schatten haben.
(3.16)	Weil sich Licht geradlinig ausbreitet.	*„Weil das Licht keine Kurven hat“ (S916, Post).*	Aussagen der Form, dass sich Licht geradlinig ausbreitet.
(3.17)	Feuer.	*„Es wird brennen“ (S715, Post).*	Aussagen der Form, dass es etwas mit Feuer zu tun hat.
(3.18)	Das Licht scheint hinter den Holzklotz.	*„Weil der Holzklotz dunkel wird und das Licht hinter den Holzklotz scheint“ (S811, Post).*	Aussagen der Form, dass Licht hinter den Holzklotz kommt.
(3.19)	Weil das Licht stärker ist als der Holzklotz.	*„Weil dann das stärker ist und es macht deswegen einen Schatten“ (S706, Post).*	Aussagen der Form, dass das Licht stärker ist als der Holzklotz.
Oberkategorie 4: Korrekte Verwendung der Begriffe Reflexion, Absorption und Streuung.			
(4.1)	Begriff Reflexion wird nur an der richtigen Stelle genannt.	*reflektiert* *Kp* *Schwarz* *S113, Pre*	Siehe Definition.

(4.2)	Begriff Reflexion wird als erste und zweite Antwort genannt.	*reflektiert* *reflektiert* *(frei)* *S207, Pre*	Siehe Definition.
(4.3)	Begriff Reflexion wird immer genannt.	*reflektiert* *reflektiert* *reflektiert* *S818, Pre*	Siehe Definition.
(4.4)	Begriff Reflexion wird nur an zweiter Stelle genannt.	*gespiegelt* *reflektiert* *geschluckt* *S412, Pre*	Siehe Definition.
(4.5)	Begriff Reflexion wird gar nicht genannt.	*(frei)* *(frei)* *(frei)* *S311, Pre*	Siehe Definition.
(4.6)	Begriff Reflexion wird nur an dritter Stelle genannt.	*grell* *spiegelt sich* *zurück reflektieren* *S309, Pre*	Siehe Definition.
(4.7)	Begriff Reflexion wird an zweiter und dritter Stelle genannt.	*(frei)* *reflektiert* *reflektiert* *S823, Pre*	Siehe Definition.
(4.8)	Erste Stelle Reflexion, zweite Stelle Streuung.	*Reflektiert / gespiegelt* *Gestreut* *Gebündelt* *S311, Post*	Siehe Definition.
Oberkategorie 5: Vorstellungen vom Entstehen einer Sonnenfinsternis.			
(5.1)	Keine Lösung bzw. nicht annähernd passende Lösung (z.B. Spiegel) bzw. nicht interpretierbar, da nur unverständliches Bild.	*Kein Ankerbeispiel*	**Bild ohne Beschriftung**
(5.2)	Der Mond schiebt sich vor die Sonne (vgl. insbesondere Bild).	 *„Der Mond bewegt sich langsam vor die Sonne und deckt die Lichtquelle (Sonne) ab. So kommen die Strahlen nicht zu uns auf die Erde“ (S312, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich der Mond vor die Sonne schiebt. Die Skizze zeigt keinen Blick von oben.
(5.3)	Sonne, Erde und Mond befinden sich in der richtigen Reihenfolge auf einer Linie (vgl. insbesondere Bild) – Zeichnung aus Sicht des Weltalls.	 *„Mond geht vor Sonne, dann ... Sonnenfinsternis“ (S113, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich der Mond vor die Sonne schiebt. Die Skizze zeigt einen Blick von oben.

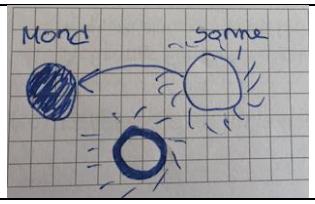
(5.4)	Mond und Sonne treffen aufeinander, wobei die Reihenfolge aus Bild und Text nicht erkennbar ist.	 *„Die Sonne und der Mond kommen an die gleiche Stelle“ (S510, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass Sonne und Mond aufeinandertreffen. Auch falls Bild und Text widersprüchlich sind.
(5.5)	Die Wolken stellen sich vor die Sonne	 *„Eine Sonnenfinsternis ist , wenn die sich Wolken richtig vor der Sonne stellen“ (S623, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich bei einer Sonnenfinsternis Wolken vor die Sonne schieben.
(5.6)	Die Sonne schiebt sich vor den Mond.	 *„Wenn Sonne und Mond aufeinander treffen“ (S402, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich die Sonne vor den Mond schiebt. Kein Bild aus Weltraumsicht.
(5.7)	Etwas (nicht klar, was oder z.B. die Erde, ein Planet) bedeckt die Sonne.	 *„Die Sonne wird verdeckt und auf der Welt wird es dunkel“ (S108, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich Etwas – es wird nicht beschrieben was – vor die Sonne schiebt.
(5.8)	Die Erde ist zwischen Sonne und Mond.	 *„Die Sonne blendet auf die Erde und der Mond ist hinter der Erde“ (S815, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich die Erde zwischen Mond und Sonne befindet.
(5.9)	Wenn die Sonne morgens aufgeht.	 *~~„Vielleicht ich kann nicht erklären.~~ Z.B. wenn morgens früh wird die Sonne von unten nach oben kommen“ (S801, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass die Sonne aufgeht.

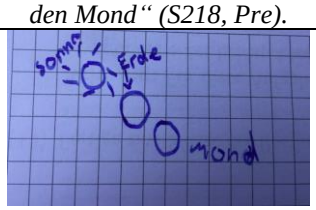
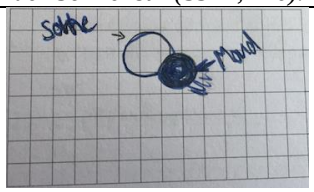
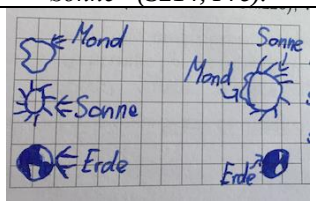
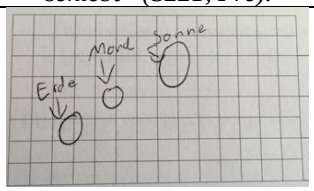
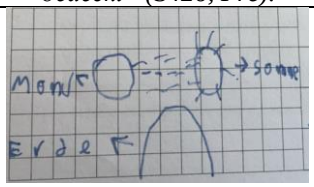
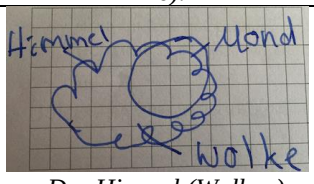
(5.10)	Die Sonne kommt auf die Erde zu.	 *„Die Sonne kommt immer näher an die Erde“ (S621, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass die Sonne auf die Erde zukommt.
(5.11)	Wenn Erde und Mond um die Sonne kreisen.	 *„Wenn der Mond und die Erde die Sonne umkreisen“ (S426, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass Erde und Mond um die Sonne kreisen.
(5.12)	Die Sonne ist zwischen Erde und Mond.	 *„Der Mond ist gar nicht zu sehen und die Sonne ist nah“ (S502, Post).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich die Sonne vor den Mond schiebt. Bild aus Weltraumsicht
(5.13)	Sonnenfinsternis = Nacht.	 *„Die Sonne ist hinter der Erde und die Sonne beleuchtet nur das hintere der Erde“ (S811, Post).*	Aussagen bzw. Skizzen, welche die Sonnenfinsternis mit der Nacht gleichsetzen.
(5.14)	Sonnenfinsternis als Mondphase.	*„Im Laufe des Monats gibt es verschiedene Monde“ (S911, Post).*	Aussagen bzw. Skizzen, welche die Sonnenfinsternis mit den Mondphasen gleichsetzen.
(5.15)	Sonne und Mond stehen sich gegenüber.	 *„Die Sonne steht gegenüber dem Mond“ (S907, Post).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass Sonne und Mond nebeneinander stehen.
Oberkategorie 6: Vorstellungen davon was passiert, wenn Licht auf eine weiße Fläche trifft.			
(6.1)	Keine Lösung	*Kein Ankerbeispiel.*	(auch bei: Die Fläche wird beleuchtet).
(6.2)	Die Fläche sieht heller aus.	*„Es wird ein bisschen heller weil es kommt noch Licht dazu“ (S220, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Fläche bzw. das Licht heller werden. Auch neon-weiß, verlasst, gelblich / verfärbt sich (außer schwarz).
(6.3)	Die Fläche leuchtet.	*„Es wird hell oder leuchtet“ (S110, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Fläche leuchtet.

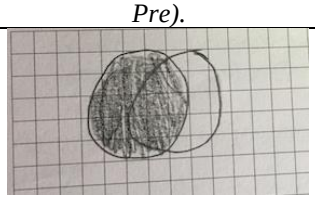
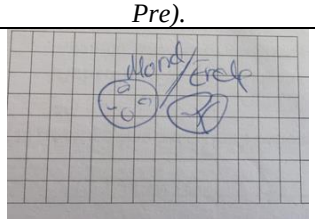
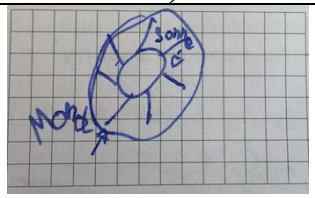
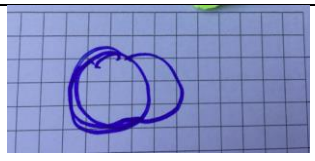
(6.4)	Die Fläche glänzt.	*„Dann glänzt die weiße Fläche“ (S509, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Fläche glitzert.
(6.5)	Das Licht wird umgelenkt / reflektiert / gespiegelt / gleiche Funktion wie ein Spiegel.	*„Er reflektiert zurück“ (S201, Pre).*	Aussagen der Form, dass das Licht umgelenkt wird. Bei Verwendung des Fachbegriffs Streuung UK 6.19. Auch aufgenommen und zurückgeworfen; nicht gut aufgenommen
(6.6)	Der Lichtstrahl geht weiter.	*„Dann geht der Lichtstrahl weiter“ (S803, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Lichtstrahl weitergeht.
(6.7)	Es passiert nichts.	*„Es passiert nichts“ (S908, Pre).*	Aussagen der Form, dass nichts passiert. Auch: Es bleibt weiß.
(6.8)	Es entsteht ein Farbspektrum.	*„Die Lichtstrahlen werden in bunten Farben wieder zurückgesendet. Deswegen sehen wir auch so viele bunte Farben“ (S204, Pre).*	Aussagen der Form, dass ein Farbspektrum entsteht.
(6.9)	Es wird wärmer.	*„Dann wird es wärmer“ (S205, Pre).*	Aussagen der Form, dass es wärmer wird.
(6.10)	Es entsteht ein Schatten.	*„Dann entsteht ein Schatten“ (S706, Pre).*	Aussagen der Form, dass ein Schatten entsteht.
(6.11)	Die weiße Fläche bekommt Risse.	*„Die weiße Fläche bekommt dann Risse“ (S716, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Fläche Risse bekommt.
(6.12)	Der Lichtstrahl wird breiter.	*„… wird der Lichtstrahl sozusagen erweitert“ (S415, Pre).*	Aussagen der Form, dass der Lichtstrahl breiter wird.
(6.13)	Die Fläche blendet.	*„Die Fläche fängt an zu blenden“ (S324, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Fläche blendet. Auch: Man sieht das Licht; Tut in den Augen weh; So hell, dass man nicht drauf schauen kann.
(6.14)	Die Fläche wird schwarz / dunkler.	*„Die Fläche wird schwarz“ (S904, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Fläche schwarz (, weil verbrannt) wird.
(6.15)	Die weiße Fläche ist wie ein Spiegel mit Spiegelbild.	*„Die Sachen die vor der Fläche sind werden gespiegelt“ (S807, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Fläche ein Spiegel wird und Sachen spiegelt. Bei es ‚wirkt wie ein Spiegel’ wird diese Kategorie nicht genutzt.
(6.16)	Die weiße Fläche verschluckt das Licht.	*„Die weiße Fläche wird beleuchtet, da die Fläche das nicht reflektiert ist sie weiß“ (S403, Post).*	Aussagen der Form, dass die weiße Fläche das Licht verschluckt.
(6.17)	Das Licht ist nicht bzw. kaum sichtbar.	*„Sieht man ihn nicht“ (S411, Post).*	Aussagen der Form, dass das Licht nicht bzw. kaum sichtbar ist.
(6.18)	Man sieht Streifen.	*„Dann sieht man so viele Streifen“ (S206, Post).*	Aussagen der Form, dass man Streifen sieht.
(6.19)	Das Licht wird gestreut.	*„Es wird gestreut“ (S311, Post).*	Aussagen der Form, dass das Licht gestreut wird. Der

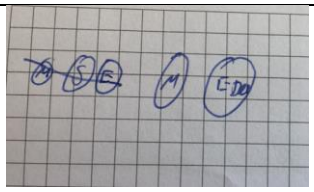
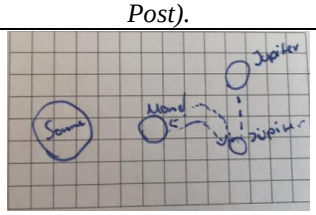
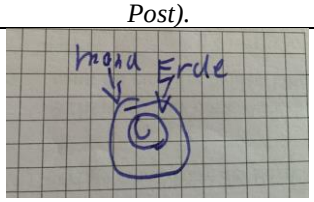
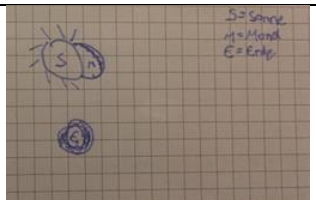
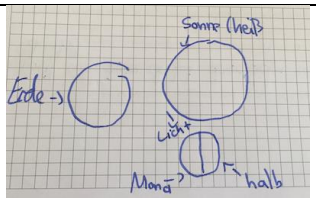
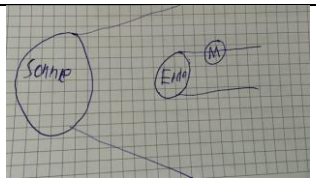
			Fachbegriff muss genannt werden.
Oberkategorie 7: Vorstellungen, wie die Mondphasen entstehen.			
(7.1)	Keine Lösung bzw. nicht annähernd passende Lösung (z.B. Spiegel).	*Kein Ankerbeispiel*	Auch: Andere Phänomene werden erklärt (z.B. Tag und Nacht).
(7.2)	Die Mondphasen entstehen durch die Drehung des Mondes um die Erde.	*„Der Mond wandert um die Erde und sieht daher manchmal halb oder sichelförmig aus". (S413, Pre)*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen durch die Positionen von Erde und Mond entstehen.
(7.3)	Die Sonne bestrahlt nur bestimmte Teile (z.B. die Hälfte) des Mondes.	*„Wenn die Sonne den Mond z.B. von links beleuchtet sieht man ihn auf der Erde nur von links" (S403, Pre)*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen dadurch entstehen, dass die Sonne nur bestimmte Teile des Mondes bestrahlt.
(7.4)	Der Mond wird mal mehr und mal weniger von der Sonne beleuchtet, weil sich die Positionen von Sonne und Mond relativ zueinander verändern.	*„Die Sonne bewegt sich pro Tag immer in eine andere Richtung und so wird der Mond immer etwas mehr oder weniger beleuchtet" (S312, Pre).*	Aussagen der Form, dass bei den Mondphasen der Mond mal mehr oder weniger von der Sonne beleuchtet wird – je nachdem wo die Sonne steht.
(7.5)	Mondphasen als Phasen einer Finsternis.	*„Wenn ein Mond auf die Sonne trifft und die Sonne bedeckt wird" (S911, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen als Phasen einer Sonnenfinsternis zu verstehen sind. Auch: Wenn als Phasen einer Mondfinsternis, wobei der Begriff Mondfinsternis genannt werden muss. Sonst UK 7.11.
(7.6)	Die Schüler*innen beschreiben lediglich die Mondphasen bzw. deren Verlauf.	*„Der Mond ist zuerst ganz danach halb und zuletzt wie eine Rutsche" (S716, Pre).*	Die Lernenden beschreiben lediglich die Mondphasen bzw. deren Verlauf.
(7.7)	Die Mondphase hängt von der Uhrzeit bzw. Tag und Nacht ab.	*„In manchen Uhrzeiten ändert der Mond die Phasen" (S707, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen von der Uhrzeit, Drehung der Erde, abhängen. Auch bei: Sonne bewegt sich nach oben oder unten.
(7.8)	Die Mondphasen entstehen durch die Drehung des Mondes und die Drehung der Erde.	*„In dem sich der Mond und die Erde bewegen" (S109, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen durch die Bewegung von Erde und Mond entstehen.
(7.9)	Ein Planet schiebt sich vor den Mond.	*„Die Mondphasen entstehen dadurch, dass ein Planet vor den Mond schiebt" (S203, Post).*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen dadurch entstehen, dass sich ein Planet vor den Mond schiebt.
(7.10)	Es werden einzelne Mondphasen korrekt begründet.	*„Eine Mondphase entsteht, wenn z.B. Vollmond ist, ist die Sonne hinter der Erde.*	Aussagen die lediglich eine Mondphase begründen.

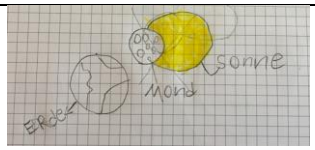
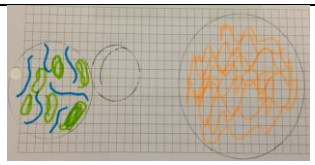
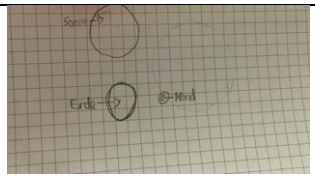
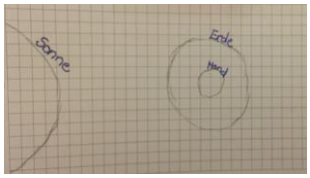
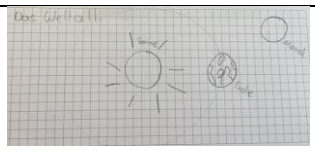
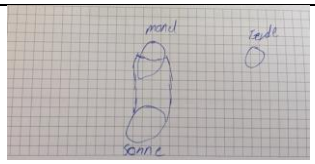
		Also auf der anderen Seite vom Mond" (S217, Post).	
(7.11)	Mondphasen als Schatten der Erde.	*„Indem sich die Erde vor unterschiedliche Stellen des Mondes schiebt" (S218, Post).*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen durch den Schatten der Erde entstehen.
(7.12)	Sonne bestrahlt den Mond.	*„Wenn die Sonne den Mond beleuchtet" (S516, Post).*	Allgemeine Aussage der Form, dass die Sonne den Mond bestrahlt. Ohne Nennung, dass die Hälfte beleuchtet wird.
(7.13)	Wenn Licht auf die Erde trifft.	*„Wenn Licht auf die Erde trifft" (S504, Post).*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen dadurch entstehen, dass Licht auf die Erde trifft.
(7.14)	Etwas – nicht klar was – schiebt sich vor den Mond.	*„Wenn Teile vom Himmel sich vor den Mond schiebt. Also wenn der Mond zu oder abnimmt" (S101, Post).*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen dadurch entstehen, dass sich Etwas vor den Mond schiebt.
(7.15)	Sonne, Erde und Mond treffen aufeinander.	*„Die Mondphasen entstehen, wenn die Sonne, der Mond und die Erde aufeinander treffen" (S116, Post).*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen durch das Aufeinandertreffen von Sonne, Erde und Mond entstehen.
(7.16)	Die Mondphasen entstehen, weil die Sonne den Mond teilweise verdeckt.	*„Der Mond steht hinter der Sonne also im Schatten" (S125, Post).*	Aussagen der Form, dass die Mondphasen dadurch entstehen, dass die Sonne den Mond teilweise verdeckt.
(7.17)	Der Mond wird unterschiedlich beleuchtet (ohne sinnvolle Begründung).	*„Desto mehr das Licht der Sonne auf den Mond trifft, desto größer wird die leuchtende Stelle" (S208, Post).*	Der Mond wird beleuchtet. Keine sinnvolle Erklärung für die unterschiedliche Beleuchtung. Es wird nicht erwähnt, dass sich die relative Konstellation von Sonne und Mond verändert (vgl. UK. 7.4).
(7.18)	Position der Sonne spielt eine Rolle.	*„Je nachdem wo die Sonne steht, entstehen die verschiedenen Mondphasen" (S311, Post).*	Aussagen der Form, dass die Position der Sonne eine Rolle spielt.
(7.19)	Die Sonne dreht sich um den Mond.	*„Die Sonne dreht sich um den Mond. Deswegen" (S803, Post).*	Aussagen der Form, dass sich die Sonne um den Mond bewegt.
Oberkategorie 8: Vorstellungen davon, warum ein schwarzer Gegenstand schwarz aussieht.			
(8.1)	Weil er schwarz bzw. dunkel ist.	*„Die Farbe wurde schwarz gestrichen" (S502, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil er schwarz ist.
(8.2)	Wegen der Augen.	*„Weil meine Augen diese Farbe so aufnehmen" (S223, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil man Augen hat. Auch farbenblind.
(8.3)	Keine Antwort.	*Kein Ankerbeispiel*	Bzw. nicht nachvollziehbar.
(8.4)	Weil schwarz keine Farbe ist.	*„Weil schwarz keine Farbe ist" (S310, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil schwarz keine Farbe ist.

(8.5)	Die schwarze Fläche verschluckt das Licht und sendet es nicht mehr aus.	*„Wenn die schwarze Farbe von Lichtstrahlen getroffen wird dann nimmt die schwarze Farbe es ein und sendet es nicht aus“ (S204, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil die Fläche das Licht verschluckt **und nicht mehr aussendet** (vgl. auch UK 8.6).
(8.6)	Weil er das Licht verschluckt.	*„Weil es das Licht verspeißt“ (S211, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil die Fläche das Licht verschluckt. (vgl. auch UK 8.5).
(8.7)	Weil der Gegenstand das Licht ablenkt.	*„Weil der Gegenstand die Sonnenstrahlen wegstößt“ (S217, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil die Fläche das Licht wieder abgibt.
(8.8)	Weil die Fläche nicht beleuchtet wird.	*„Da kein Licht drauf scheint kann das Auge nichts außer Schwarz sehen“ (S412, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil die Fläche nicht beleuchtet wird.
(8.9)	Weil die Farbe gleich bleibt.	*„Weil sich seine Farbe nicht verändert“ (S416, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil die Farbe gleich bleibt.
(8.10)	Weil die Fläche dunkel ist und auch für die Augen schwarz aussieht.	*„Weil der schwarze Gegenstand schwarz ist und unsere Augen es als schwarz erkennen“ (S213, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil er dunkel ist und für die Augen dunkel aussieht.
(8.11)	Weil das Licht schwarze Flächen nicht durchdringen kann.	*„Weil kein Licht schwarz durchdringen kann“ (S308, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil das Licht schwarze Flächen nicht durchdringen kann.
(8.12)	Weil das Gehirn den Gegenstand als schwarz wahrnimmt.	*„Weil das Gehirn uns das sagt“ (S318, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil das Gehirn den Gegenstand als schwarz wahrnimmt.
(8.13)	Weil die Fläche nicht beleuchtet ist und sie dunkel ist.	*„Weil kein Licht drauf scheint und der schwarze Gegenstand dunkel ist“ (S904, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil die Fläche nicht beleuchtet ist und sie dunkel ist.
(8.14)	Weil die Fläche beleuchtet wird.	*„Weil Licht drauf strahlt“ (S619, Pre).*	Aussagen der Form, dass er schwarz aussieht, weil die Fläche beleuchtet wird.
Oberkategorie 9: Vorstellungen davon, wie eine Mondfinsternis entsteht.			
(9.1)	keine Lösung bzw. nicht annähernd passende Lösung (z.B. Spiegel) bzw. nicht interpretierbar, da nur unverständliches Bild.	*Kein Ankerbeispiel*	
(9.2)	Die Sonne schiebt sich vor den Mond.		Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich die Sonne vor den Mond schiebt. Kein Blick von oben.

		„Die Sonne schiebt sich vor den Mond“ (S218, Pre).	
(9.3)	Die Erde befindet sich zwischen Sonne und Mond (siehe insbesondere Bild).	 *„Eine Mondfinsternis entsteht, wenn die Erde vor der Sonne ist“ (S311, Pre).*	Aussagen der Form, dass sich Sonne, Erde und Mond in dieser Reihenfolge auf einer Linie befinden. Es ist ein Blick von oben gezeichnet.
(9.4)	Der Mond schiebt sich vor die Sonne.	 *„Der Mond ist für ein paar Stunden oder Min. auf der Sonne“ (S214, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich der Mond vor die Sonne schiebt. Kein Blick von oben.
(9.5)	Sonne, Erde und Mond liegen auf einer Linie. Die Sonne ist in der Mitte.	 *„Eine Mondfinsternis entsteht wenn sich die Sonne vor den Mond schiebt“ (S221, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich die Sonne vor den Mond schiebt. Blick von oben.
(9.6)	Sonne, Erde und Mond liegen auf einer Linie. Der Mond ist in der Mitte.	 *„Wenn der Mond die Sonne bedeckt“ (S426, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich der Mond vor die Sonne schiebt. Blick von oben.
(9.7)	Mond und Sonne treffen aufeinander, wobei die Reihenfolge aus Bild und Text nicht erkennbar ist.	 *„Wenn Mond und Sonne zusammen kommen entsteht eine Mondfinsternis“ (S630, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass Sonne und Mondaufeinandertreffen. Auch falls Bild und Text widersprüchlich sind.
(9.8)	Die Wolken verdecken den Mond.	 *„Der Himmel (Wolken) schieben sich vor den Mond“ (S101, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich Wolken vor den Mond schieben.

(9.9)	Die Erde schiebt sich vor den Mond bzw. Erde verdeckt die Sonne (siehe insbesondere Bild).	 *„Die Erde schiebt sich vor den Mond als wenn der Mond weg wäre“ (S220, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich die Erde vor den Mond schiebt. Kein Blick von oben.
(9.10)	Etwas ist vor dem Mond.	 *„Ein schwarzer Kreis umfüllt den Mond“ (S707, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass Etwas vor dem Mond ist.
(9.11)	Der Mond kommt sehr nah an die Erde.	 *„Der Mond kommt immer weiter an die Erde“ (S621, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass der Mond sehr nah an die Erde kommt.
(9.12)	Mondfinsternis = Neumond.	 *„Die Mondfinsternis der Mond geht Monat zu Monat kleiner bis der Mond lehr ist oder schwarz“ (S716, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen die Mondfinsternis und Neumond bzw. Mondphasen gleichsetzen.
(9.13)	Sonne und Mond stehen nebeneinander.	 *„Wenn die Sonne und der Mond nebeneinander stehen“ (S608, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass Sonne und Mond nebeneinander stehen.
(9.14)	Die Sonne strahlt den Mond nicht an.	*„Die Mondfinsternis entsteht dadurch, dass die Sonne den Mond nicht anstrahlt“ (S708, Pre).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass die Sonne den Mond nicht anstrahlt. Es wird keine Begründung genannt. Vgl. auch UK 9.10.
(9.15)	Planet kommt vor Planet.	 *„Sie entstehen indem der Planet auf den Planet kommt“ (S515, Post).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass ein Planet vor einen Planeten kommt.

(9.16)	Zusammenhang zwischen Tag und Nacht und Mondfinsternis.	 *"Weil Deutschland auf der anderen Seite liegt" (S321, Post).*	Aussagen bzw. Skizzen die Mondfinsternis und Tag/Nacht gleichsetzen.
(9.17)	Ein Planet schiebt sich vor den Mond.	 *„Ich glaube wenn der Jupiter sich vor den Mond schiebt, dann entsteht eine Mondfinsternis" (S310, Post).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass sich ein Planet vor den Mond schiebt.
(9.18)	Der Mond kommt vor die Erde.	 *„Indem der Mond vor die Erde fliegt" (S913, Post).*	Aussagen bzw. Skizzen der Form, dass der Mond vor die Erde kommt. Kein Blick von oben.
Oberkategorie 10: Skizzen zum Entstehen eines Halbmondes.			
(10.1)	Keine Lösung.		
(10.2)	Der Mond schiebt sich hinter die Sonne.		Siehe Definition. Auch Bilder der Form Sonne, Erde und Mond befinden sich auf einer Linie. Reihenfolge: Mond, Sonne, Erde.
(10.3)	Sonne, Erde und Mond befinden sich genau auf einer Linie. Reihenfolge: Sonne, Erde, Mond.		Siehe Definition.
(10.4)	Die Verbindungslinien Sonne, Erde und Sonne Mond schließen einen Winkel von etwa 90° bei der <u>Sonne</u> ein.		Siehe Definition.
(10.5)	Mond im Erdschatten als Phasen der Sonnenfinsternis.		Siehe Definition. Schattenvorstellung – die Position Sonne, Erde Mond gilt hier als Voraussetzung. Wenn Sonne, Erde und Mond hier näherungsweise auf einer Linie UK 10.3.

(10.6)	Der Mond schiebt sich vor die Sonne. Mondphasen als Phasen der Sonnenfinsternis.		Siehe Definition. *Dreidimensionale* Zeichnung. Sonst UK 10.14. Wird nicht codiert, wenn Erde, Mond und Sonne (in dieser Reihenfolge) genau auf einer Linie sind. In diesem Fall UK 10.7.
(10.7)	Sonne, Erde und Mond befinden sich auf einer Linie. Reihenfolge: Sonne, Mond, Erde Nur wenn genau auf einer Linie!		Siehe Definition. Nur wenn Himmelskörper genau auf einer Linie liegen!
(10.8)	Die Verbindungslinien Sonne, Erde und Erde Mond schließen einen Winkel von etwa 90° bei der <u>Erde</u> ein.	 Achtung: Es gibt auch dreidimensionale Bilder! 	Siehe Definition.
(10.9)	Nicht interpretierbar, z.B. wegen fehlenden Bezeichnungen. Nicht möglich, wenn Größenverhältnisse erkennbar.		Siehe Definition. Auch bei zwei Zeichnungen nicht eindeutig welche; es sei denn beide Zeichnungen falsch oder richtig.
(10.10)	Fast korrekte Position – es ist aufgrund des Größenverhältnisses keine Schattenvorstellung denkbar.		Siehe Definition.
UK 10.11	Die Verbindungslinien Sonne, Mond und Mond Erde schließen einen Winkel von etwa 90° beim <u>Mond</u> ein.		Siehe Definition.
(10.12)	Es wurden nur einzelne Himmelskörper (Sonne, Erde oder Mond) gezeichnet. Es werden nicht alle Körper gezeichnet.		Siehe Definition.

(10.14)	Mond „zwischen Sonne und Erde“, jedoch nicht auf einer Linie.		Siehe Definition. Blick von oben. Nicht bei *dreidimensionaler* Zeichnung (vgl. UK 10.6).
Oberkategorie 11:			
(11.1)	Wegen der Augen / weil ich hinschaue.	*„Weil ich Augen hab“ (S506, Pre).*	Aussagen der Form, dass man für das Sehen Augen benötigt. Weil ich nicht blind bin.
(11.2)	Weil das Blatt vor mir liegt bzw. da ist.	*„Wenn ich vor den Blättern stehe dann sehe ich sie vor mir“ (S516, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil sie da sind. Auch vom Baum fallen; ich sie in die Hand nehmen kann.
(11.3)	Wegen seiner Farbe.	*„Weil die Blätter bunt sind“ (S104, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter wegen ihrer Farbe sehen kann. Auch: Weil es hell ist / weil es nicht durchsichtig ist / weil es sichtbar ist.
(11.4)	Keine Antwort.		Auch: Weil es so ist.
(11.5)	Weil es beleuchtet wird.	*„Weil Licht auf das Blatt fällt“ (S201, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil sie beleuchtet werden.
(11.6)	Wegen dem Licht.	*„Weil Licht da ist“ (S604, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil Licht im Raum ist.
(11.7)	Wegen der eigenen Vorstellung.	*„Weil ich es mir vorstelle“ (S622, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil ich sie mir vorstelle.
(11.8)	Für das Sehen sind Augen und Licht notwendig.	*„Weil ich Augen habe aber das reicht nicht ohne Licht kann man nichts sehen“(S205, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil ich Augen habe und Licht da ist.
(11.9)	Licht trifft in meine Augen. (Dann kann ich das Blatt „sehen“).	*„Weil in das Auge Licht kommt…“ (S211, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil das Licht in meine Augen trifft.
(11.10)	Weil das Blatt ein Gegenstand ist bzw. aus Bäumen gemacht sind.	*„Weil es ein Gegenstand ist“ (S213, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil die Blätter Gegenstände sind.
(11.11)	Unterschiedlich farbiger Hintergrund.	*„Weil der Hintergrund eine andere Farbe ist“ (S509, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil es eine andere Farbe zum Hintergrund gibt. Auch, wenn auf die Schrift auf dem Blatt im Vergleich zur Farbe des Blatts hingewiesen wird.
(11.12)	Die Blätter werden beleuchtet und geben das Licht wieder ab.	*„Wenn die Sonne scheint dann strahlen die Blätter“ (S812, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil Licht auf die Blätter trifft und die Blätter das Licht wieder abgeben,

(11.13)	Weil sie groß genug sind.	*„Weil sie nicht zu klein sind“ (S815, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil sie groß genug sind.
(11.14)	Weil auf dem Blatt etwas drauf steht.	*„Weil man da etwas kopiert hat und dann da was drauf ist“ (S819, Pre).*	Aussagen der Form, dass man die Blätter sehen kann, weil auf dem Blatt etwas steht. Es wird nicht auf den Vergleich mit der Blattfarbe hingewiesen (vgl. UK 11.11)
(11.15)	Das Licht beleuchtet das Blatt und das Auge.	*„Ich kann die Blätter sehen weil das Licht auf mich scheint (und auch auf die Blätter)“ (S608, Pre).*	Aussagen der Form, dass das Licht das Blatt und das Auge beleuchtet.
Oberkategorie 12: Vorstellungen zum Entstehen des Schattenbildes bei zwei Lichtquellen.			
(12.1)	Keine Antwort.	*Kein Ankerbeispiel.*	Reine Beschreibungen des Schattenbildes. Unverständliche Antwort.
(12.2)	Ein Schatten wird nicht beleuchtet.	*„Zwei verschiedene Lichtquellen. Ein Schatten wird gar nicht beleuchtet“ (S229, Pre).*	Aussagen der Form, dass ein Schatten nicht beleuchtet wird. Es wird nicht beschrieben welcher Schatten.
(12.3)	Weil zwei Taschenlampen den Gegenstand beleuchten.	*„Wenn man zwei Taschenlampen auf eine Tasse hinrichtet kommen auch zwei Tassenschatten“ (S811, Pre).*	Aussagen der Form, dass zwei Taschenlampen auf den Gegenstand leuchten.
(12.4)	Weil die Schatten unterschiedlich beleuchtet werden. In die Mitte leuchtet keine Lampe.	*„Da wo der dunkele Schatten ist kommt das Licht nicht hin aber beim hellen Schatten kommt das Licht hin“ (S108, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Schatten unterschiedlich beleuchtet werden, wobei in den Kernschatten keine Lampe leuchtet.
(12.5)	Durch Reflexionen an der Tasse – Schatten als Abbild.	*„Wenn man etwas anleuchtet dann reflektiert es. So kommen die Schatten zustande“ (S305, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Schatten durch Reflexionen an der Tasse entstehen.
(12.6)	Weil zwei Schatten aufeinandertreffen. (Daher wird es in der Mitte noch dunkler).	*„Der dunklere ist da, weil sich die zwei blassen Schatten überschneiden“ (S109, Pre).*	Aussagen der Form, dass zwei Schatten aufeinandertreffen.
(12.7)	Wegen dem Licht.	*„Weil alles dunkel ist aber die machen alles mit Licht“ (S710, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Schatten durch das Licht entstehen.
(12.8)	Unterschiedlicher Abstand der Lampen.	*„Weil wenn die Lampe weiter weg ist sieht sie größer und heller aus und umgekehrt“ (S402, Pre).*	Aussagen der Form, dass der unterschiedliche Abstand eine Rolle spielt.
(12.9)	Wegen der unterschiedlichen Richtung, aus der das Licht kommt.	*„Sie kommen durch die zwei Taschenlampen weil eine ist rechts und eine ist links“ (S716, Pre).*	Aussagen der Form, dass die unterschiedlichen Richtungen, aus denen die Lampen leuchten, eine Rolle spielen.
(12.10)	In den schwarzen Schatten kommt kein Licht.	*„Der schwarze Schatten entsteht weil die Tasse nicht da reflektiert“ (S219, Pre).*	Aussagen der Form, dass in den Kernschatten kein Licht

			kommt. Die Halbschatten werden nicht genannt.
(12.11)	Weil es zwei Taschenlampen sind.	*„Weil zwei Taschenlampen benutzt worden sind“ (S221, Pre).*	Aussagen der Form, dass zwei Taschenlampen verwendet werden. Von „Leuchten“ ist keine Rede.
(12.12)	Unterschiedlich helle / große Taschenlampen.	*„Durch das Licht wenn es stärker oder schwächer ist“ (S122, Pre).*	Aussagen der Form, dass unterschiedlich helle bzw. große Lampen verwendet werden.
(12.13)	Weil die Schatten unterschiedlich beleuchtet werden. In die Mitte leuchten beide Lampen.	*„Links und rechts von der Tasse sind die Farben gleich weil dort jeweils nur eine Taschenlampe hin leuchtet. In der Mitte beide“ (S406, Pre).*	Aussagen der Form, dass die Schatten unterschiedlich beleuchtet werden, wobei in den Kernschatten beide Lampen leuchten.
(12.14)	Weil ein Gegenstand beleuchtet wird.	*„Schatten entsteht wenn Licht auf eine Sache strahlt und die Sache gegenüber einer Wand / Boden steht“ (S309, Pre).*	Allgemeine Schattenerklärung.

G Codierleitfaden aus dem 2. und 3. Mesozyklus zur quantitativen Auswertung des Kompetenzzuwachses zum Umgang mit Fachwissen

Aufgabe 1:

3P	Die Schüler*innen beschreiben, dass der Lichtstrahl reflektiert wird. In der Zeichnung verläuft der Lichtstrahl korrekt weiter (+/- 1 Kästchen in der oberen rechten Ecke).
2P	Die Schüler*innen beschreiben, dass der Lichtstrahl umgelenkt (gespiegelt, zurückgeblendet) wird. Das Fachwort reflektiert wird nicht genannt. In der Zeichnung verläuft der Lichtstrahl korrekt weiter (+/- 1 Kästchen in der oberen rechten Ecke). / richtige Zeichnung + Auf der Wand entsteht ein Lichtfleck.
1P	a) Die Schüler*innen beschreiben, dass der Lichtstrahl umgelenkt (gespiegelt, reflektiert) wird. Die Zeichnung ist nicht korrekt, d.h. mindestens mehr als +/- 1 Kästchen in der oberen rechten Ecke oder die Zeichnung fehlt. b) Die Schüler*innen fertigen die Zeichnung korrekt an. Eine Erklärung ist nicht vorhanden, fehlerhaft bzw. nicht verständlich.

weiterführende Hinweise:
Es muss kein Lineal verwendet werden. Folglich müssen die Linien nicht gerade sein // falsche Zeichnung + auf der Wand entsteht ein Lichtfleck: 0P // Wenn Fehlvorstellung wie Brennen: 0P.

Aufgabe 2:
Teil (a)

3P	Die Schüler*innen beschreiben, dass der schwarze Rucksack das Licht absorbiert / nicht reflektiert / nicht streut. Auch Begriff „reflektieren“ im Zusammenhang mit weiß im Vergleich zu schwarz.
2P	(a) Die Schüler*innen beschreiben, dass schwarze Flächen das Licht verschlucken / nicht zurückwerfen. (b) Die Schüler*innen beschreiben, dass man den schwarzen Schulranzen von der dunkeln Umgebung nicht unterscheiden kann. Dies lässt sich insbesondere am Wort „auch“ erkennen. (c) Wenn Licht auf den Schulranzen fällt, bleibt er noch immer dunkel. (d) Die Schüler*innen vergleichen helle und dunkle Sachen.
1P	(a) Die Schüler*innen beschreiben, dass keine Reflektoren / keine helle Farbe usw. am Schulranzen sind. (b) Weil kein Licht in meine Augen trifft (z.B., weil der Ranzen nicht von selber leuchtet bzw. kein Licht abgibt).

weiterführende Hinweise: Weil kein Licht auf den Schulranzen trifft: 0P // Weil der Schulranzen dunkel ist, kann man ihn nicht sehen: 0P // Es gibt nichts was reflektieren kann – bezieht sich auf die Reflektoren: 1P // Die Schüler*innen beschreiben, dass die Augen im Dunkeln nicht gut sehen können bzw. im Dunkeln erkennt man Nichts bzw. dass die Augen Licht brauchen: 0P.

Teil (b)

3P	Reflektoren (oder das Wort reflektierend muss genannt sein), hellere Farbe mit Beispiel (z.B. weiß, gelb, neon, bunt), LED bzw. Lichter.
2P	Das Fachwort Reflektoren wird nicht genannt, aber beschrieben. Katzenaugen, Warnweste. Es wird gesagt, dass der Ranzen eine andere Farbe haben muss, wobei nicht explizit erwähnt wird, dass die Farbe heller sein muss. Etwas Leuchtendes dranmachen. Leuchtende bzw. auffällige Farbe. Helle Streifen – hiermit sind Reflektorstreifen gemeint.
1P	Die Schüler*innen nennen physikalisch korrekte, aber nicht realistische Möglichkeiten (Spiegel, Kerzen, Lichterkette, Scheinwerfer, Taschenlampe, Neonleuchte, etwas das glänzt, heller Punkt ...). Keine schwarzen Sachen.

weiterführende Hinweise: Wenn die Schüler*innen bei Teil Lichtstrahlen schreiben: 0P // auffälligere Farbe: 2P // Licht dran machen: 2P // man braucht mehr Licht: 1P // gelbe Teile (gemeint sind Reflektoren): 2P // „Weil alles dunkel ist“: 0P // etwas das im Dunkeln leuchtet: 1P

Aufgabe 3:

3P	Die Schüler*innen beschreiben, dass das Licht an den Seiten vorbeigeht und vom Holzklotz blockiert wird. Daher ist nur hinter dem Holzklotz kein Licht.
2P	Die Schüler*innen nennen eine der folgenden (äquivalenten) Möglichkeiten: (a) Licht kann nicht auf eine Seite gelangen. (b) Das Licht wird blockiert. (c) Der Holzklotz ist nicht durchsichtig. (d) Nur neben dem Holzklotz ist Licht. (e) Weil hinter dem Holzklotz kein Licht ist. (f) Der Holzklotz reflektiert das Licht. (g) Weil sich das Licht geradlinig bzw. nicht in Kurven ausbreitet. (h) Weil das Licht breiter ist als der Holzklotz.
1P	(a) Es wird nur eine Seite beleuchtet. (b) Der Klotz steht im Licht. (c) Hinter dem Holzklotz ist keine Lichtquelle. (d) Die Lichtquelle beleuchtet nicht alles.

weiterführende Hinweise: Wenn die Schüler*innen nur schreiben, dass der Holzklotz beleuchtet ist bzw. das Licht auf das Holz kommt: 0P // der Schatten wird projiziert: 0P // weil das Licht die Kanten beleuchtet (Zusammenhang zu Randstrahlen): 2P // weil eine Seite nicht angeleuchtet wird: 2P.

Aufgabe 4:

1P	Erste Zeile „reflektiert“.
1P	Zweite Zeile „gestreut“ (für das Wort reflektiert wird hier kein Punkt gegeben!). Das Wort verstreut gibt ebenfalls 1P.
1P	Dritte Zeile „absorbiert“.

Aufgabe 5:

3P	Die Schüler*innen beschreiben, dass sich bei einer Sonnenfinsternis Sonne, Erde und Mond in der Reihenfolge Sonne, Mond, Erde auf einer Linie befinden. Hierbei spielt die Zeichnung eine entscheidende Rolle zur Unterstützung der Aussagen der Schüler*innen. Auch Aussagen der Form: Der Mond schiebt sich vor die Sonne, wenn die Zeichnung Sonne, Erde und Mond in der richtigen Reihenfolge auf einer Linie zeigt.
2P	Die Schüler*innen beschreiben, dass sich der Mond vor die Sonne schiebt bzw. der Mond vor die Erde schiebt. Die Erde ist nicht gezeichnet! Mond stellt sich vor Sonne – Skizze nicht verständlich ob 3P Version.
1P	Verständliche Skizze (ohne schriftliche Erklärung).

weiterführende Hinweise: Aus Text bzw. Bild muss verständlich sein, welcher Himmelskörper welcher ist. // wenn im Text erwähnt wird, dass die Sonne zwischen Erde und Mond ist, ist die Aufgabe unabhängig von der Zeichnung mit 0P zu bewerten // wenn nicht klar wird was die Sonne verdeckt: 0P // Erklärung und Bild, wobei nicht klar ist, ob Sonne oder Mond „vorne“ sind: 0P // klare Widersprüche in Bild und Zeichnung 0P.

Aufgabe 6:

3P	Die Schüler*innen beschreiben, dass der Lichtstrahl gestreut bzw. reflektiert wird.
2P	(a) Die Schüler*innen beschreiben, dass der Lichtstrahl wieder aus der Fläche austritt. (b) Die Schüler*innen beschreiben, dass man das austretende Licht sieht bzw., dass das austretende Licht blendet bzw. in die Augen kommt.
1P	Die Schüler*innen schreiben, dass die Fläche heller bzw. weißer ist bzw. leuchtet. Die Fläche leuchtet.

weiterführende Hinweise: Da in der Aufgabe nur ein Lichtstrahl auf die Fläche trifft, sind Ausdrücke der Form „reflektiert“ ebenfalls korrekt! // Ausdrücke der Form „glänzt“ und „geht weiter“ werden mit 0P bewertet // Ausdrücke der Form „Der Lichtstrahl wird heller“ werden mit 0P bewertet // wenn beschrieben wird, dass die Fläche spiegelt: 0P // Aussagen der Form: Es ist wie ein Spiegel: 0P; Aussagen der Form:

Das Licht wird weitergeleitet: 0P. „Es“ wird hell: 0P, da nicht klar ist was (die Fläche, der Lichtstrahl, ...) heller wird. // „Sie“ wird hell: 2P, da hier klar die Fläche gemeint ist.

Aufgabe 7:

3P	Die Schüler*innen beschreiben, dass die Mondphasen dadurch entstehen, dass sich der Mond um die Erde bewegt und dabei unterschiedlich von der Sonne beleuchtet wird.
2P	(a) Die Schüler*innen beschreiben, dass die Mondphasen durch unterschiedliche Konstellationen von Sonne, Erde und Mond zustande kommen. (b) Die Schüler*innen erwähnen, dass die Sonne den Mond immer etwas mehr oder weniger beleuchtet. Nur bestimmte Teile sind sichtbar. (c) Die Sonne bestrahlt nur bestimmte Teile des Mondes. (d) Die Schüler*innen beschreiben eine spezielle Mondphase (**inklusive** Nennung der Mondphase). (e) Der Mond bewegt sich um die Erde und wird von der Sonne beleuchtet.
1P	(a) Die Schüler*innen nennen, dass die Sonne den Mond beleuchtet – es sei denn Fehlvorstellung wird bedient, dann 0P. (b) Die Schüler*innen schreiben, dass sich der Mond um die Erde bewegt. (Hier auch wenn das Wort „dreht“ genutzt wird). (c) Die Schüler*innen beschreiben, dass die Position der Sonne eine Rolle spielt. (d) Die Schüler*innen beschreiben eine spezielle Mondphase (**ohne** direkte Nennung der Mondphase). (e) Der Mond gibt Licht weiter – er leuchtet nicht von selber.

Aufgabe 8:

3P	Die Schüler*innen erklären, dass schwarze Oberflächen das Licht absorbieren / nicht streuen / nicht reflektieren und das Licht somit nicht in die Augen treffen kann.
2P	(a) Die Schüler*innen erklären, dass das Licht absorbiert / verschluckt wird. (b) Das Auge empfängt kein Licht des schwarzen Gegenstands.
1P	(a) Unterschied zum Hintergrund. (b) Weil er kein Licht abgibt / die Fläche nicht leuchtet.

weiterführende Hinweise: Fehlvorstellung zum Sehvorgang wird bedient: 0P // der Gegenstand nimmt Wärme auf: 1P.

Aufgabe 9:

3P	Die Schüler*innen beschreiben, dass sich bei einer Mondfinsternis Sonne, Erde und Mond in der Reihenfolge Sonne, Erde, Mond auf einer Linie befinden. Hierbei spielt die Zeichnung eine entscheidende Rolle zur Unterstützung der Schüler*innen Aussagen. Auch Aussagen der Form: Die Erde schiebt sich vor den Mond, wenn die Zeichnung Sonne, Erde und Mond in der richtigen Reihenfolge auf einer Linie zeigt.
2P	Die Schüler*innen beschreiben, dass sich die Erde vor den Mond schiebt.
1P	Verständliche Skizze (ohne schriftliche Erklärung) bzw. keine verständliche Erklärung.

weiterführende Hinweise: Aus Text bzw. Bild muss verständlich sein, welcher Himmelskörper welcher ist. // Wenn im Text erwähnt wird, dass die Sonne zwischen Erde und Mond ist, ist die Aufgabe unabhängig von der Zeichnung mit 0P zu bewerten. Die Sonne strahlt den Mond nicht an: 0P, da zu ungenau.

Aufgabe 10:

3P	Die Schüler*innen zeichnen Sonne, Erde und Mond in der richtigen Konstellation. Hierbei sollten die Verbindungslinien Sonne – Erde und Erde – Mond näherungsweise einen Winkel von 90° einschließen. Die Sonne ist um einiges größer als Erde und Mond gezeichnet.
2P	Die Schüler*innen zeichnen Sonne, Erde und Mond in der richtigen Konstellation. Hierbei sollten die Verbindungslinien Sonne – Erde und Erde – Mond näherungsweise einen Winkel von 90° einschließen. Die Sonne ist **nicht** größer als Erde und Mond gezeichnet.

1P	Die Schüler*innen zeichnen die Konstellation korrekt. Es lässt sich jedoch nur anhand des Größenverhältnisses sagen welcher Himmelskörper welcher ist. Keine Beschriftung!

weiterführende Hinweise: Achtung! Manche Bilder sind dreidimensional gezeichnet // wenn das Bild dreidimensional gezeichnet sind, wird 2P Version nicht vergeben.

Aufgabe 11:

3P	Die Schüler*innen beschreiben, dass Licht auf das Blatt trifft. Dort wird es gestreut und trifft anschließend in die Augen (Auge als Lichtempfänger).
2P	(a) Die Schüler*innen erklären, dass weiße Flächen das Licht (in die Augen) umlenken/reflektieren. (b) Das Auge empfängt Licht vom weißen Gegenstand. (c) Das Blatt sendet Licht aus, wenn es beleuchtet wird.
1P	(a) Die Schüler*innen beschreiben, dass man das Blatt sehen kann, weil es beleuchtet wird. (b) Unterschied zur Farbe des Tischs / Unterschied der Papier-Farben (z.B. schwarze Schrift auf weißer Fläche). (c) Die Schüler*innen beschreiben das Auge als Lichtempfänger (allgemein). (d) Weil „es“ (was auch immer) in mein Auge reflektiert wird.

weiterführende Hinweise: Wenn lediglich die Augen erwähnt werden: 0P // wenn erwähnt wird, dass die Blätter hell sind: 0P // Wenn eine Fehlvorstellung bedient wird: 0P // „Durch das Licht“, „in unserem Umfeld Licht“: 0P.

Aufgabe 12:

Teil (a):

3P	Die Begriffe „Kernschatten“ und „Halbschatten“ werden genannt. Der Kernschatten ist der dunkle Schatten. Die Halbschatten die beiden hellen Schatten.
2P	Die Begriffe „Kernschatten“ und „Halbschatten“ werden lediglich ohne Bezug zum Bild genannt. Nur einer der beiden Schatten wird genannt und zum Bild in Bezug gesetzt (vgl. auch 3P Lösung).
1P	Es wird nur einer der beiden Begriffe Kern- und Halbschatten genannt.

Teil (b):

3P	Die Schüler*innen schreiben, dass in den Kernschatten / dunklen Schatten kein Licht fällt, in die Halbschatten / hellen Schatten fällt jeweils nur etwas Licht (von einer Lichtquelle). Kernschatten = Schatten von zwei Lampen, Halbschatten = Schatten von einer Lampe.
2P	(a) Die Schüler*innen beschreiben nur einen der beiden Schattentypen wie bei der 3P Version. (b) Die Schatten werden unterschiedlich angeleuchtet. (c) Die Schüler*innen beschreiben, dass sich der Kernschatten als „Addition“ (Überschneidung) der beiden Halbschatten ergibt.
1P	(a) Die Schüler*innen erwähnen, dass die Lampen aus unterschiedlichen Richtungen leuchten. (b) Aussagen wie: „Schatten machen nochmal Schatten“. (c) Weil die Lampen sich überkreuzen. (d) Weil das Licht neben die Tasse scheint. (e) Wenn auf den Schatten Licht trifft.

weiterführende Hinweise: Je nachdem wie man die Taschenlampe hält: 0P. Es muss einen klaren Bezug zur Position geben!

H Codierleitfaden aus dem 2. Mesozyklus zur sozialen Integration und Hilfsbereitschaft (MESO2_SiH)

(vgl. auch 1. Mesozyklus; entnommen aus Steukmann, 2020; ergänzt)

Unterkategorie:		**Ankerbeispiel:**	**Codierregeln:**
Oberkategorie 1: Subjektive Beschreibungen zur sozialen Integration.			
(1.1) Schüler*innen sind integriert.	Die Lernenden sind integriert.	*„Bei 120. Der ist schon integriert in der Gruppe" (Lehrkraft 1, Mitte, Z. 57).* *„708 hat auch viel gefehlt. Der wird aber in dem Zeitraum habe ich es aber nicht bemerkt mit dem Ausgrenzen" (Lehrkraft 7, Mitte, Z. 125-127).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schüler*innen in der Gruppe nicht ausgeschlossen sind bzw. integriert sind bzw. sich dazugehörig fühlen *Wird nicht codiert, wenn gesagt wird, dass das die Schüler*innen nur zu Beginn integriert sind (vgl. auch UK 1.2)* *Wird nicht codiert, wenn gesagt wird, dass die Schüler*innen (gut) zusammenarbeiten.*
(1.2) Schüler*innen zu Beginn integriert, mit der Zeit ausgeschlossen.	Zu Beginn sind die Lernenden integriert. Sie werden mit der Zeit ausgeschlossen.	-	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schüler*innen zu Beginn integriert sind und mit der Zeit ausgeschlossen werden.
(1.3) Schüler*innen zu Beginn ausgeschlossen, mit der Zeit integriert.	Zu Beginn sind die Lernenden ausgeschlossen. Sie werden mit der Zeit integriert.	*„Am Anfang gab es ein Kind in der einen Gruppe, die 221, in der Gruppe 6. Die saß ein bisschen/ wurde ein bisschen ausgegrenzt, hatte ich so das Gefühl. […] aber jetzt in der zweiten oder in der dritten Doppelstunde war das kein Thema mehr" (Lehrkraft 2, Mitte, ab Z. 101).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schüler*innen zu Beginn ausgeschlossen sind und mit der Zeit integriert werden bzw. allgemein mit der Zeit besser integriert sind.
(1.4) Gruppen teilen sich in Teilgruppen auf.	Kleingruppen teilen sich in Teilgruppen auf.	*„Heißt nicht unbedingt, dass sie jetzt mit der ganzen Gruppe arbeitet, sondern sie guckt, dass sie vielleicht eher an ihren Partner*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass sich die Gruppen (mit der Zeit) aufteilen.

			sich ranhängt. Zum Beispiel 406 und aber auch mit den anderen kommt sie ganz gut zurecht " (Lehrkraft 4, Mitte, ab Z. 62-63). *„Wobei man natürlich sagen muss, auch da ist die Kooperation nicht immer auf die ganze Gruppe ausgeweitet. Aber auf jeden Fall auf Teile der Gruppe" (Lehrkraft 6, Mitte, Z. 79-80).*	Wird auch codiert, wenn die Lehrkräfte Aussagen, dass Schüler*innen in der Gruppe in Partnerarbeit arbeiten und nur zum Austausch in der Kleingruppe kooperieren.
(1.5)	Einzelarbeit; Gruppenarbeit teilweise zum Austausch.	Die Lernenden arbeiten in Einzelarbeit und komme nur teilweise zum Austausch zusammen.	*„Bei 121 ist es so, dass er eigentlich gar nicht fragt. Der fragt kaum was zum Thema. Der Macht eher seinen eigenen Kram und seine Hilfe sucht er dann eher, indem er bei 109 eher abschreibt" (Lehrkraft 1, Mitte, Z. 166-168).* *„Das Problem ist einfach, glaube ich, bei der Gruppe ist einfach/ Die arbeiten halt auch nicht zusammen, die kooperieren auch in der Gruppe nicht miteinander" (Lehrkraft 6 Mitte, ab Z. 70-72)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schüler*innen zumeist alleine arbeiten und nur zum gemeinsamen Austausch in der Kleingruppe kooperieren.
(1.6)	Lernende sind nicht sozial integriert.	Schüler*innen sind nicht sozial integriert in der Kleingruppe.	*„Bei 407 und bei 421 sehe ich, dass die alles dafür geben, dass sie ausgeschlossen werden" (Lehrkraft 4, Mitte, Z. 87-88).* *„Bei 611 ist das auch so. Je nachdem wie er sich verhält, wird er ausgeschlossen oder nicht" (Lehrkraft 6, Mitte, ab Z. 95-96).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Lernende ausgeschlossen werden bzw. sich selbst ausgeschlossen haben bzw. sich nicht dazugehörig fühlen. Diese Aussage wird auch codiert, wenn die Lehrkräfte Aussagen treffen, dass Lernende teilweise ausgeschlossen werden
(1.7)	Beschwerden bei der Lehrkraft im Hinblick auf	Beschwerden bei der Lehrkraft im Hinblick	*„oder 908 beschwert sich dann immer die sind schon viel zu*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte

	sozialen Ausschluss.	auf sozialen Ausschluss.	*weit, wir kommen gar nicht mehr hinterher, ja“ (Lehrkraft 9, Ende, Z. 73-74).*	die Aussage treffen, dass einzelne Lernende sich bei der Lehrkraft im Zusammenhang mit sozialem Ausschluss beschweren
(1.8)	Schüler*innen sind im Anschluss an die Implementation **nicht** sozial integriert.	Lernende sind im Anschluss an die Implementation **nicht** sozial integriert.	*„und auch letztes Mal z.B. hat sie wieder ganz alleine gesessen, obwohl alle sich untereinander zusammengesetzt haben. Also ich denke mal es ist ein Problem von 311 und der Klasse und [...] das konnte halt mit dieser Studie eigentlich nur insofern kompensiert werden das die 311 als Gruppenmitglied dabei sein musste und sie das auch so gemacht hat“ (Lehrkraft 3, Ende, Z. 40-44).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Lernende im Anschluss an die Implementation **nicht** sozial integriert sind.
(1.9)	Schüler*innen sind im Anschluss an die Implementation sozial integriert.	Lernende sind im Anschluss an die Implementation sozial integriert.	*„Und jetzt ist der Erfolg von diesem Ganzen, ob das daran liegt weiß ich nicht oder reiner Zufall ist, aber 202 ist auf jeden Fall [...] in der Klassengemeinschaft anerkannt und auch ein fröhlicher Junge, was er vorher nicht war. Also, ob das jetzt damit zusammenhängt kann ich nicht sagen“ (Lehrkraft 2, Ende, Z. 30-33).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Lernende im Anschluss an die Implementation sozial integriert sind.
Oberkategorie 2: Gründe für den Ausschluss von Lernenden aus der Kleingruppe.				
(2.1)	Unterschiedliche Arbeitsgeschw-indigkeit.	Unterschiedliche Geschwindigkeit führt zum sozialen Ausschluss.	*„Oder dass man auch bei 715, aufgrund ihres Förderschwerpunktes, damit sie wieder Anschluss findet, weil die Kinder jetzt wirklich drei, vier, fünf Seiten weiter waren, zum Teil, dass man die überspringt, weil sie letztendlich sehr viele Sachen kognitiv gar nicht aufnehmen kann“ (Lehrkraft 7, Mitte, Z. 149-151).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schüler*innen aus der Gruppe wegen einer anderen (niedrigeren oder höheren) Arbeitsgeschwindigkeit ausgeschlossen werden bzw. die Gruppe aufgrund der Geschwindigkeit nicht zusammenarbeitet. Auch wenn sich Lernende beschweren,

				dass einzelne zu langsam sind. Bei allgemeinen Beschwerden über Ausschluss UK 1.7.
(2.2)	Geringe Motivation einzelner Schüler*innen.	Geringere Motivation führt zum sozialen Ausschluss.	*„Weil, er selbst auch schon im normalen Unterricht nicht motiviert ist. Und dann ist er natürlich auch in der Gruppenarbeit nicht motiviert. Deswegen können ihn da natürlich auch die anderen Gruppenmitglieder schlecht zum Arbeiten auch motivieren" (Lehrkraft 6, Mitte, ab Z. 48-51).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Schüler*innen aufgrund geringerer Motivation (zum Arbeiten) ausgeschlossen werden
(2.3)	Nicht-Einlassen auf die Gruppe.	Nicht-Einlassen auf die Gruppe führt zum sozialen Ausschluss.	*„Also die wollen auch eigentlich eher ihr eigenes Ding machen. Und sind halt nicht bereit, für die Gruppe zu arbeiten" (Lehrkraft 1, Mitte, ab Z. 88-89).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Schüler*innen sich nicht auf die Gruppe einlassen und deshalb ausgeschlossen werden.
(2.4)	Fehlende soziale Kompetenzen.	Fehlende soziale Kompetenzen führen zum sozialen Ausschluss.	*„Was/ Ja was man auch verstehen kann, weil 407 ist einer, der kann Teamarbeit nicht so wirklich umsetzen. Wie das auch/ wie das gefordert ist" (Lehrkraft 4, Mitte, ab Z. 69-70).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Schüler*innen aufgrund fehlender bzw. geringer sozialer Kompetenzen aus der Gruppe ausgeschlossen werden bzw. nicht mitarbeiten.
(2.5)	Streit innerhalb der Gruppe.	Streit in der Gruppe führt zum sozialen Ausschluss.	*„709 in seiner Gruppe ja streitet sich im Grunde ganz oft mit einer Schülerin aus der Gruppe, wer was machen kann, wer das Tablet haben kann und sonst cleveres Kerlchen" (Lehrkraft 7, Mitte, Z. 113-114).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Schüler*innen sich in der Kleingruppe streiten und es deshalb zum Ausschluss Einzelner führt. Wird nicht codiert, wenn Konflikte in der Gruppe sind, die jedoch nicht als Grund für Ausschlüsse angegeben werden.
(2.6)	Unterschiedliches (Arbeits-)Verhalten.	Unterschiedliches (Arbeits-)Verhalten	*„715 selber ist aufgrund ihres Förderschwerpunktes*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte

		führt zum sozialen Ausschluss.	*Lernen glaube ich so abgelenkt manchmal sich zu konzentrieren, dass sie ganz oft mit anderen Sachen einfach beschäftigt ist" (Lehrkraft 7, Mitte, Z. 102-104).* *„Schlecht ist es natürlich auch in der Gruppe zwei mit 611. Weil er einfach auch jemand ist, der alles im Kopf hat, nur nicht den Unterricht" (Lehrkraft 6, Mitte, Z. 51-53).*	die Aussage treffen, dass Schüler*innen aufgrund eines anderen oder **auffälligen** (Arbeits-)Verhaltens aus der Gruppe ausgeschlossen werden. Wird nicht codiert, wenn die Lehrkräfte Aussagen zum (Arbeits-)Verhalten treffen, bei denen kein expliziter Zusammenhang zum Ausschluss aus der Gruppe genannt wird. (vgl. UK 6.5)
Oberkategorie 3: Gründe für den Nicht-Ausschluss von Schüler*innen aus der Kleingruppe.				
(3.1)	Experimente als gemeinsame Elemente.	Während der Experimente sind ausgeschlossene Lernende nicht ausgeschlossen.	*„Die arbeiten eigentlich in der Regel gerade bei den Experimenten angemessen mit. Schließen sich selbst nicht aus. Werden aber auch nicht ausgeschlossen. Also gerade bei den Experimenten muss ich sagen, schweißt das vielleicht auch ein bisschen zusammen" (Lehrkraft 5, Mitte, Z. 94-96).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schüler*innen bei den Experimenten sozial integriert waren und nicht mehr ausgeschlossen werden.
(3.2)	Gemeinsam Spaß haben.	Gemeinsam Spaß haben verhindert sozialen Ausschluss.	-	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass gemeinsamer Spaß in der Lernumgebung den sozialen Ausschluss verhindert.
(3.3)	Gemeinsame (Ziele), hohe Motivation.	Gemeinsame, hohe Motivation verhindert sozialen Ausschluss.	*„Er wäre aber glaube ich nicht das anleitende sondern wirklich eher, jetzt kann er gut mitarbeiten, wo die anderen ihm gesagt haben, okay, komm, wir machen alle zusammen und es/ wir erreichen zusammen gemeinsam viel" (Lehrkraft 7 Mitte, Z. 99-102).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Lernenden aufgrund gemeinsamer hoher Motivation zusammenarbeiten und/oder nicht ausgeschlossen werden. Diese Kategorie wird auch codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage

			„Und sie orientieren sich sogar noch an anderen Gruppen. Wenn die weiter gekommen sind, versuchen sie das auch noch einzuholen“ (Lehrkraft 4, Mitte, Z. 329-330).	treffen, dass Gruppen aufgrund gemeinsamer Ziele zusammenarbeiten und/oder niemanden ausschließen.
(3.4)	Auffälliges Verhalten führt nicht immer zu Ausschluss.	Externalisierendes Verhalten führt nicht immer zum Ausschluss.	*„Sucht sich glaube ich die Ablenkung eher über Coolnessfaktoren“ (Lehrkraft 7, Mitte, ab Z. 25).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass auffälliges bzw. auffälligeres Verhalten einzelner Lernender nicht notwendigerweise zum Ausschluss führt. Diese Aussage wird auch codiert, wenn Lehrkräfte aussagen, dass Lernende sozial integriert sind (UK 1.1) trotz eines auffälligen Verhaltens.
(3.5)	Weniger auffällig als im regulären Unterricht.	Weniger externalisierendes Verhalten als im regulären Unterricht verhindert sozialen Ausschluss.	*„Ich finde, durch diese Gruppenarbeit merkt man gar nicht/ also fallen diese auffälligen Kinder nicht mehr auf“ (Lehrkraft 4, Mitte, Z. 98-99).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Schülerinnen und Schüler weniger auffällig sind und daher Teil der Gruppe sind bzw. nicht ausgeschlossen werden. Wird nicht codiert, wenn Lehrkräfte Aussagen treffen, die einzig das Verhalten beschreiben und die nicht im Kontext der sozialen Integration (bzw. Nicht-Ausschluss) stehen.
(3.6)	Positiveres Arbeitsverhalten als im regulären Unterricht.	Positiveres Arbeitsverhalten als im regulären Unterricht verhindert sozialen Ausschluss.	*„dass er manchmal auch selbst leitend ist, weil er eigentlich ein sehr intelligenter und schneller Schüler ist. [...] Das heißt, da ist er letztendlich sogar, obwohl er manchmal im anderen Unterricht das Problem darstellt der, der die Gruppe viel*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte anmerken, dass sich ein positiveres Arbeitsverhalten als im regulären Unterricht positiv auf den Nicht-Ausschluss auswirkt. Wird nicht codiert, wenn Lehrkräfte Aussagen treffen, die

			zusammenhält mit 716 und dann auch auf sehr, sehr gute Ergebnisse kommen kann" (Lehrkraft 7, Mitte, Z. 94-98)	einzig das Arbeitsverhalten beschreiben und die Aussagen nicht im Kontext der sozialen Integration (bzw. Nicht-Ausschluss) stehen.
(3.7)	Soziale Kompetenz der Gruppe.	Die soziale Kompetenz der Gruppenmitglieder hat einen Einfluss auf die soziale Integration Einzelner.	*„Und 705 wird versucht, immer wieder mitzuziehen, weil ein sehr soziales Mitglied wirklich in der Gruppe ist. Der versucht sie mitzunehmen, damit sie eben nicht ausgegrenzt wird" (Lehrkraft 7, Mitte, ab Z. 133-134).* *„Wenn zum Beispiel 621, die zum Beispiel für die Integration von 623 in der Gruppe sehr wichtig ist, fehlt, dann funktioniert das nicht gut, muss man sagen in der Gruppe, muss man sagen. Dann wird sie schon ausgeschlossen. Wenn sie da ist, dann funktioniert das viel besser" (Lehrkraft 6, Mitte, Z. 93-95).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die soziale Kompetenz der Gruppe oder einzelner Gruppenteilnehmer ausschlaggebend für die soziale Integration bzw. den Nicht-Ausschluss ist. Wird auch codiert, wenn sich die soziale Kompetenz der Gruppe oder einzelner Gruppenmitglieder positiv auf die Arbeit als Gruppe und Hilfestellungen auswirkt.
(3.8)	Anpassung an die Gruppenorm.	Anpassung an die Gruppennormen verhindert sozialen Ausschluss.	*„223 ist schon immer sehr auf sich bezogen. Aber sie hat sich trotzdem, sagen wir mal dem Mainstream von der Gruppe angepasst" (Lehrkraft 2, Mitte, Z. 132-133).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkraft die Aussage treffen, dass eine Anpassung an die Gruppe und/oder Gruppenprozesse zum Nicht-Ausschluss führt.
Oberkategorie 4: Aspekte mit Bezug zur sozialen Integration, die beim Re-Design berücksichtigt werden sollten.				
(4.1) Geschwindigkeits-probleme durch niveaudifferenzierte Tempoaufgaben lösen.		Beim Re-Design niveaudifferenzierende Tempoaufgaben berücksichtigen, um unterschiedlichen Geschwindigkeit entgegenzuwirken.	**„***Im Grunde genommen ließe sich das verbessern wenn die Ex, meiner Meinung nach wenn die Experimente wie am Ende einer kurzen Reihe, nenne ich jetzt mal, ständen und auf dem Weg dahin gäbe es Pflichtaufgaben*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass die Lernenden weniger unterschiedlich weit wären, wenn die Tempoaufgaben niveaudifferenziert wären.

		und es gäbe Wahlaufgaben für schnellere bis sehr schnelle Schüler bis Überflieger. Ich merke das selber, dass man manchmal bis zu vier Stufen Unterschied mindestens haben sollte" (Lehrkraft 7, Ende, Z.67-69)	
(4.2) Angemessenes Verhalten klar definieren.	Angemessenes Verhalten klarer definieren, um sozialen Ausschluss zu verringern	-	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Angemessenes Verhalten (z.B. durch Interventionen) klar definiert wird.
(4.3) Motivation aufrechterhalten – negatives Verhalten vermeiden.	Motivation allgemein aufrechterhalten um externalisierendes Verhalten zu vermeiden und um sozialen Ausschluss zu verringern.	-	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass durch eine Aufrechterhaltung der Motivation negatives Verhalten vermieden werden kann.
(4.4) Interventionen durch die Lehrkraft in Form von Einzelgesprächen	Bei sozialem Ausschluss Interventionen in Form von Einzelgesprächen.	-	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass Interventionen im Hinblick auf die Kooperation und den sozialen Ausschluss in Einzelgesprächen erfolgen sollten.
(4.5) Sozialen Auftrag stärker kommunizieren	Sozialen Auftrag stärker kommunizieren, um sozialen Ausschluss zu verringern.	**„***Weil auch, glaube ich einfach die Bereitschaft der Schüler dann jemandem was zu erklären was man eigentlich schon gemacht hat, relativ gering war. Das kennen die glaube ich auch so nicht. Das muss man wahrscheinlich erstmal eintrainieren das das so funktioniert und das war relativ schwierig an der Stelle" (Lehrkraft 6, Ende, Z. 72-75).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass sich die Schülerinnen und Schüler stärker darum kümmern sollen, dass sie oder andere sozial integriert sind. Dies bezieht sich auch auf Problem, wenn Lernende krank sind.

(4.6) Sonderregelungen bei Krankheit.	Sonderregelungen finden, wenn Schüler*innen (z.B. durch Krankheit) im Heft weiter hinten sind.	**„***Wenn das zu lange dauert es gibt ja auch wie gesagt da waren ja manchmal welche dabei die hatten also vier Stunden verpasst. Da muss man halt eine Sonderregelung finden das sie dann wirklich mit der Aufgabe dann weitermachen, weil es dann einfach nicht funktioniert" (Lehrkraft 3, Ende, Z. 127-130)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass zum Aufholen von Rückstand (z.B. wegen Krankheit) Sonderregelungen getroffen werden sollen.
(4.7) Experten nutzen bei Krankheit.	Experten nutzen, wenn Schüler*innen (z.B. wegen Krankheit) im Heft weiter hinten sind.	**„***Hmm sind ja schon einige die da recht weit sind und das man vielleicht aus einzelnen Gruppen auch eher so Experten glaub ich bestimmt, die ähm auch Spaß daran haben Sachen zu erklären. War ja ein Schüler der war recht pfiffig, der 112 der hat ja auch selber sich bereit erklärt und auch zur Verfügung gestellt und mir seine Hilfe angeboten, das er von Gruppe zu Gruppe gehen könnte und helfen könnte. Das man halt nach ein paar Stunden weiß man ja direkt der und der ist vielleicht ein Experte. Das die dann vielleicht mit denjenigen sich zusammensetzen und das den erklären. Vielleicht in einem Extraraum vielleicht auch" (Lehrkraft 1, Post, Z. 75-77).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass zum Aufholen von Rückstand (z.B. wegen Krankheit) Experten genutzt werden sollen.
(4.8) Zusatzaufgaben für andere, wenn Schüler*innen länger krank sind.	Zusatzaufgaben nutzen, wenn Schüler*innen (z.B. wegen Krankheit) im Heft weiter hinten sind.	**„***Das, das ich, wenn man jetzt so eine Klasse hat die das überhaupt nicht möchte das, weil das ja nicht Ziel der Studie, man kann das quasi so machen das man Material bereit hält, wo die Schüler sich auch selber*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass zum Aufholen von Rückstand (z.B. wegen Krankheit) Zusatzaufgaben für die anderen Lernenden genutzt werden sollen.

		informieren und die andere Gruppe irgendwie eine Zusatzaufgabe löst so dass sie quasi dann trotzdem auf dem gleichen Stand bleiben und das der andere das dann aufholt und dann arbeiten sie zusammen weiter. Das wäre zum Beispiel eine Möglichkeit. *I: Okay super.* *B: Viel Arbeit und viel Zusatzmaterial." (Lehrkraft 6, Ende, Z. 78-84).*	
(4.9) Lehrkraft stärker involvieren, wenn Schüler*innen länger krank sind.	Lehrkraft stärker involvieren, wenn Schüler*innen (z.B. wegen Krankheit) im Heft weiter hinten sind	*„Ja wenn es nicht zu viele sind. Es war dann wirklich in der Gruppe drauf achtet, dass die das Erklären, also man muss da glaube ich erstmal wirklich neben stehen bis die das wirklich selber erklären. Ich glaube, wenn man da nicht neben steht, dann wird das Heft einfach wieder hingelegt" (Lehrkraft 8, Ende, Z. 86-88).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass zum Aufholen von Rückstand (z.B. wegen Krankheit) die Lehrkraft stärker involviert werden sollte.
Oberkategorie 5: Aspekte zur Hilfsbereitschaft in den Kleingruppen.			
(5.1) Die Lernenden unterstützen sich gegenseitig.	Die Lernenden unterstützen sich gegenseitig.	*„Ich würde sagen, 622 und 628 sind da sehr unproblematisch, die nehmen eigentlich immer Hilfe an" (6, Mitte, Z.178-179).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussagen treffen, dass sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig unterstützen. Wird auch codiert, wenn die Lehrkraft aussagen, dass Lernende Hilfestellungen aus der Gruppe wahrnehmen und/oder annehmen. Nicht bei „zusammenarbeiten".

(5.1.1) Lehrkraft als letzte Hilfe.	Die Lehrkraft wird (erst) als letzte Hilfe genutzt.	*„Also, wenn dann eine Frage kommt, dann ist es wirklich so, dass sie nicht mehr weiterwissen und nicht mehr wissen, was sie machen sollen“ (Lehrkraft 2 Mitte, Z. 255-256).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte Aussagen treffen, dass die Schüler*innen ihre Anliegen weder mit dem Hilfesystem noch in der Gruppe klären konnten. Wird auch codiert, wenn es Anliegen sind, die nur die Lehrkraft beantworten kann.
(5.1.2) Gelingensbedingungen für gegenseitige Unterstützung.	Genannte Gelingensbedingungen für gegenseitige Unterstützung.	*„Okay. Also von den Mitschülern habe ich die Erfahrung gemacht, dass es darauf ankommt, wer denen hilft. Wenn es Schüler sind, mit denen sie gut zurechtkommen, also Freunde zum Beispiel, oder Schüler, die ein hohes Ansehen in der Klasse haben, weil sie viel wissen, nehmen sie die Hilfe gerne an. Wenn es Schüler sind, mit denen sie nicht normalerweise gut klarkommen, dann sind da zumindest Widerstände vorhanden.“ (Lehrkraft 6, Mitte, Z. 164-168)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte Aussagen treffen, die UK 5.1 beeinflussen.
5.1.3 Helfen durch Abschreiben lassen.	Die Lernenden unterstützen sich durch gegenseitiges Abschreiben.	*„Ja wenn es nicht zu viele sind. Es war dann wirklich in der Gruppe drauf achtet, das die das erklären, also man muss da glaube ich erstmal wirklich neben stehen bis die das wirklich selber erklären. Ich glaube wenn man da nicht neben steht, dann wird das Heft einfach wieder hingelegt.“ (Lehrkraft 8, Ende, Z. 70-72)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lernenden die Mitschüler abschreiben lassen, um einen Rückstand aufzuholen.
(5.2) Es gibt Lernende die keine Hilfe annehmen möchten.	Einzelne Schüler*innen wollen keine Hilfe annehmen.	*„610 zum Beispiel. Und/ Er nimmt von Mitschülern eigentlich nie Hilfe an.“ (Lehrkraft 6, Mitte, Z. 174).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass einzelne Lernende partout keine Hilfe annehmen möchten.

(5.3) „Starke Lernende unterstützen schwächere“ gelingt nicht immer.	Die Idee, dass „starke Lernende unterstützen schwächere Lernende“ gelingt nicht immer	*„Teilweise auch, wenn sie merken, andere Kinder sind schneller. Und arbeiten schon an Tempoaufgaben. Dann ruhen sie sich schon ein bisschen darauf aus und hoffen, okay, ich kriege ja gleich die Hilfe, dann kann ich mich jetzt ein bisschen zurücklehnen und muss gar nicht mehr so konzentriert arbeiten. Weil ich weiß, ich kriege gleich aus Gruppe 1 beispielsweise von 516 die Hilfe.“ (Lehrkraft 5, Mitte, Z. 58)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass sich die Idee starke Lernende helfen schwächeren Schülerinnen und Schülern nicht notwendigerweise gelingt.
(5.4) Lehrkraft als primäre Hilfe.	Die Lehrkraft wird teilweise als primäre Hilfe genutzt.	*„Bei 107. Ja. Wenn er Hilfe braucht, dann meldet er sich eher und fragt den Lehrer, als dass er halt wirklich die Gruppenmitglieder fragt. Oder die Hilfekarten fragt.“ (Lehrkraft 1, Mitte, Z. 163-164)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte aussagen, dass primär Sie von Lernenden um Hilfe gebeten werden und/oder Sie um Hilfe gebeten werden, bevor das Hilfesystem oder die Gruppe herangezogen werden. Wird auch codiert, wenn Lehrkräfte Aussagen treffen, dass Lernende nur zweitweise die zuvor beschrieben Aspekte zeigen.
(5.5) Hilfesystem sehr präsent. Gegenseitige Unterstützung wird vermindert.	Das Hilfesystem unterbindet gegenseitige Unterstützung, weil es recht präsent ist.	*„Die anderen, die nehmen eher die Tablets. Und dann/ Gruppenmitglieder fragen ist dann eher die zweite Sache. Also eher suchen sie die Tablets. Und versuchen dann mit Hilfe der Hilfekarten versuchen sie dann, das Ergebnis zu erreichen“ (Lehrkraft 1, Mitte, ab Z. 249).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass das Hilfesystem sehr präsent ist und dass die Schülerinnen und Schüler eher das Hilfesystem als die Mitschülerinnen und Mitschüler bei Fragen nutzen. Wird auch codiert, wenn die Lehrkräfte eine Hierarchie beschreiben, in der das Hilfesystem über der

			gegenseitigen Unterstützung steht. Wird auch codiert, wenn das Beschriebene phasenweise stattfindet.
(5.6) Hilfsbereitschaft durch Regelwerk bzw. positive Interdependenz.	Hilfsbereitschaft wird durch das Regelwerk bzw. positive Interdependenz erhöht.	*„also generell würde ich sagen, dass das Zusammenarbeiten in der Gruppe je länger das dauert immer besser geklappt hat. Also zum Ende hin war das deutlich besser als zu Beginn oder in der Mitte. Man konnte es aber in der Mitte schon absehen das es eigentlich immer besser wird und ja manche Gruppen haben da auch einen richtigen Wettstreit draus gemacht wer schneller fertig ist oder mehr Sterne bekommt" (Lehrkraft 8, Ende, Z. 5-9).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass das Regelwerk bzw. die positive Interdependenz zur Hilfsbereitschaft führen. Die Zusammenarbeit funktioniert hierdurch deutlich besser.
(5.7) Die Kinder unterstützen sich nicht.	Die Lernenden unterstützen sich nicht gegenseitig.	*„Hmm. Also in der ersten Gruppe mit dem 302 sehr mäßig. Also die haben sich wirklich schwer getan miteinander zu arbeiten. Inwiefern die sich da überhaupt geholfen haben kann ich nicht sagen" (Lehrkraft 3, Ende, Z. 43-44).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Aussage treffen, dass es nicht zur (gegenseitigen) Unterstützung zwischen den Lernenden kommt.

I Codierleitfaden aus dem 2. Mesozyklus zur Selbstständigkeit und dem Hilfesystem (MESO2_S)

Unterkategorie:	Definition:	Ankerbeispiel:	Codierregeln:
Oberkategorie 1: Subjektive Beschreibungen zur sozialen Integration			
(1.1)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass die Schüler*innen mit dem digitalen Hilfesystem selbstständig(er) arbeiten können. Es gibt nur wenige fachliche Nachfragen bei den Lehrkräften.	*„I: Oder nutzen die wirklich ihre Mitschüler, das Hilfesystem? B: Ja. Ja. Also die fragen überhaupt nicht“ (Interview 3, Mitte, Z. 200-202).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lernenden beschreiben, dass die Lernenden selbstständig(er) arbeiten können und keine bis kaum Fragen stellen.
(1.2)	Die befragten Lehrkräfte beschreiben, dass das digitale Hilfesystem den Schüler*innen bei der Erarbeitung der Aufgaben unterstützt.	*„Den Großteil kann man schon mit dem Hilfesystem beantworten“ (Interview 5, Mitte, Z. 297).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass das Hilfesystem bei der Erarbeitung unterstützt.
(1.3)	Das Hilfesystem hat gut funktioniert bzw. die Schüler*innen sind gut damit klargekommen.	*„funktioniert jetzt einfach super“ (Interview 3, Mitte, Z. 314).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte gut funktioniert und die Lernenden hiermit keine Probleme haben.
(1.4)	Den Lehrkräften gefällt das digitale Hilfesystem.	*„Generell finde ich, ist das Hilfesystem sonst ganz gut“ (Interview 5, Mitte, Z. 343).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass ihnen das digitale Hilfesystem gefällt.
(1.5)	Nach Aussage der Lehrkräfte finden die Schüler*innen es gut, dass es sich um die Arbeit mit Tablets handelt.	*„Das war halt eine besondere Erfahrung wieder, dass sie halt wieder Tablets benutzen dürfen“ (Interview 1, Mitte, Z. 7-8).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass die Lernenden die Arbeit mit den Tablets befürworten.
(1.6)	Nach Aussage der Lehrkräfte wird das digitale Hilfesystem von den Schüler*innen eher als gedruckte Hilfekarten im regulären Unterricht angenommen.	*„Also die nehmen das auch eher an, als wenn man jetzt zum Beispiel im anderen Unterricht so diese klassischen Hilfekärtchen oder irgendwas anderes verteilt“ (Interview 9, Mitte, Z. 448-449).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass die digitalen Hilfekarten eher als die regulären, gedruckten Hilfekarten genutzt werden.
(1.7)	Die befragten Lehrkräfte beschreiben, dass das Scannen der QR-Codes kaum zu Schwierigkeiten führt.	*„Also die können das super gut, diesen QR-Code einscannen. Das gibt kaum Schwierigkeiten“ (Interview 2, Mitte, Z. 415-416).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass das Scannen der QR-Codes nicht bzw. kaum zu Schwierigkeiten führt.
(1.8)	Die befragten Lehrkräfte sagen, dass die Schüler*innen motiviert sind das digitale Hilfesystem zu benutzen.	*Ich „finde die Schüler sind motiviert, das Hilfesystem zu benutzen“ (Interview 6, Mitte, Z. 368).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte sagen, dass die Lernenden motiviert sind

			das digitale Hilfesystem zu nutzen.
(1.9)	Die befragten Lehrkräfte finden den gestuften und kleinschrittigen Aufbau der Hilfen gut.	*„Also gerade dieses Schrittweise gehen“ (Interview 5, Mitte, Z. 343-344).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte den gestuften bzw. kleinschrittigen Aufbau der Hilfen befürworten.
(1.10)	Die Lehrkräfte befürworten die Einteilung in Fragekarten und Antwortkarten.	*„Ja. Doch. Schon, weil es gibt ja sowohl eine Hilfekarte, also es gibt zwei Hilfekarten, aber die erste ist quasi hinführend zum Ergebnis und bei der zweiten ist ja teilweise die Lösung dann auch“ (Interview 1, Mitte, Z. 359-360).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Einteilung in Frage- und Antwortkarten befürworten.
(1.11)	Nach Aussage der Lehrkräfte schauen sich einzelne Schüler*innen nur die Fragekarte an und denken dann selbstständig über die Lösung nach bevor sie sich die Antwortkarte ansehen.	*„Einige Schüler gucken sich auch wirklich nur die erste Hilfekarte an und versuchen dann über Überlegungen zum Ergebnis zu kommen. [...] Auf jeden Fall. Die drei Mädels [...] geben recht Acht drauf, dass die erst sich selber was überlegen und wenn es gar nicht mehr geht, dann gucken sie erst in den Hilfekarten nach“ (Interview 1, Mitte, Z. 361-362).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte sagen, dass einzelne Lernende wirklich erst die Fragekarte anschauen, dann über die Lösung nachdenken und erst im Anschluss die Antwortkarte lesen.
(1.12)	Die Lehrkräfte finden gut, dass auf der letzten Folie die Lösungen abgedruckt sind.	*„Bis hin dann zur intensiveren Hilfe und dann schließlich zur Lösung“ (Interview 5, Mitte, Z. 347-348).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Lösung auf der letzten Karte befürworten.
(1.13)	Nach Aussage der Lehrkräfte unterstützt das digitale Hilfesystem das Erstellen von Gruppenergebnissen.	*„Durch die Hilfekarten versuchen sie schon halt ein Gruppenergebnis zu erlangen“ (Interview 1, Mitte, Z. 148-149).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die Lehrkräfte formulieren, dass das Hilfesystem beim Erstellen von Gruppenergebnissen unterstützt.
(1.14)	Den Lehrkräften gefällt, dass bestimmte (Fach-)Begriffe, wie Vermutung usw., immer wieder erklärt werden.	*„Weil der Großteil vergisst ja dann auch wieder was ist eine Vermutung? Oder Hypothese? Ist das jetzt das Gleiche? Was heißt Durchführung? Was heißt Planung? Was heißt Fazit. Von daher ist das schon ganz gut, dass man erst tatsächlich diese allgemeinen Tipps bekommt“ (Interview 7, Mitte, Z. 344-347).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die häufige, sich wiederholende Erklärung von Fachbegriffen befürworten.
(1.15)	Nach Aussage der Lehrkräfte wurde das	*„Sie haben es auch nicht für andere Dinge benutzt. Das*	Diese Aussage wird immer dann codiert,

	Smartphone / Tablet nur für die Erarbeitung und nicht für andere Dinge genutzt.	*wäre mir sofort aufgefallen. Da habe ich auch extra drauf geachtet. Also das Handy lag da wirklich und wenn sie das prüfen mussten und dann sind sie dadurch geführt worden" (Interview 3, Ende, Z. 285-287).*	wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass das Smartphone bzw. Tablet nur für die Erarbeitung und nicht für Unsinn genutzt wurden.
(1.16)	Die Schüler*innen fragen selbstständig nach dem Hot Spot um das digitale Hilfesystem nutzen zu können.	*„Ich glaube in der Klasse hat das ja besonders gut funktioniert mit dem Handy. Die haben sogar gefragt „Hot Spot", da habe ich den Hot Spot angemacht und da hatten die alle ihre Handys um da ihre das Hilfesystem zu bearbeiten" (Interview 2, Ende, Z. 87-89).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass die Lernenden selbstständig nach dem Hot Spot fragen.
(1.17)	Die Schüler*innen nutzen das digitale Hilfesystem.	*„Also die versuchen schon viel mit dem Hilfesystem / erstmal das Hilfesystem zu nutzen" (Interview 5, Mitte, Z. 218-219).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass die Lernenden das digitale Hilfesystem nutzen.
(1.18)	Den Lehrkräften gefällt, dass QR-Codes zum Auffinden der Hilfen genutzt werden.	*„Also scannen ist generell ganz cool" (Interview 5, Mitte, Z. 17).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte die QR-Codes befürworten.
Oberkategorie 2: Die Lehrkräfte beschreiben die zeitliche Veränderung mit der Arbeit am Hilfesystem.			
(2.1)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass die Schüler*innen mit der Zeit immer besser mit dem digitalen Hilfesystem zurechtkommen und es immer mehr nutzen. Es gibt mit der Zeit weniger fachliche Nachfragen.	*„Also es haben vielleicht mal angefangen/ also versucht in dieses alte Schema reinzukommen, aber ich hab das sofort abgeblockt. Und wenn das einmal raus war, dann haben die nicht mehr nachgefragt" (Interview 4, Mitte, Z. 387-389).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte beschreiben, dass die Lernenden mit der Zeit immer besser mit dem Hilfesystem klarkommen und weniger Fragen stellen.
(2.2)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass die Motivation zur Arbeit mit den Tablets mit der Zeit geringer wurde.	*„Dann ist das Tablet auch ein bisschen uninteressant geworden" (Interview 8, Mitte, 439-440).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Motivation zur Arbeit mit dem Tablet mit der Zeit nachlässt.
Oberkategorie 3: Die von den Lehrkräften genannten technischen <u>Schwierigkeiten</u> des digitalen Hilfesystem selber.			
(3.1)	Die befragten Lehrkräfte sagen, dass die Schüler*innen teilweise technische Probleme haben die QR-Codes zu scannen bzw., dass sich die QR-Code App aufhängt.	*„Dass [...] die QR-Code-App nicht hängt zwischendurch" (Interview 7, Mitte, Z. 337).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass einzelne Lernende Schwierigkeiten mit dem Scannen der QR-Codes bzw. dem Aufhängen der QR-Code-App haben.
(3.2)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass im	*„Also sie benutzen ihre Handys und fragen*	Diese Aussage wird immer dann codiert,

	Falle von BYOD-Geräten die Schüler*innen ihr WLAN-Passwort nicht kennen.	*höchstens: „Was ist mein Passwort?“ (Interview 2, Mitte, Z. 268-269).*	wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden ihr WLAN-Passwort nicht kennen.
(3.3)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass das WLAN nicht immer funktioniert.	*„Letztendlich angefangen davon, dass das Internet ständig funktioniert“ (Interview 8, Mitte, Z. 336).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass das WLAN nicht funktioniert.
(3.4)	Die Lehrkräfte nennen das Problem, dass sich je nach Version bzw. Update die Filme nicht abspielen lassen.	*„Und bei einigen Fragen sind auch Filme dabei, die nicht abzuspielen sind“ (Interview 8, Mitte, Z. 338).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass sich je nach Version bzw. Update die Videos nicht abspielen lassen.
(3.5)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass einzelne Schüler*innen ihre Smartphones (im Fall der BYOD-Nutzung) vergessen haben.	*„Von daher ähm oder das die Schüler vielleicht die Handys vergessen haben und dann nicht genug Handys in der Gruppe waren“ (Interview 3, Ende, Z. 281-282).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass einzelne Lernenden (im Fall der BYOD-Nutzung) ihr Smartphone vergessen haben.
Oberkategorie 4: Die von den Lehrkräften genannten <u>Risiken</u> bei der Nutzung des digitalen Hilfesystems in der entwickelten Lernumgebung.			
(4.1)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass sich die Schüler*innen zu Beginn der Studie eher mit dem Tablet an sich beschäftigt haben, als mit dem Hilfesystem auf dem Tablet.	*„Am Anfang haben sie sich natürlich mehr mit dem Gerät beschäftigt als mit dem Hilfesystem“ (Interview 6, Mitte, Z. 369-370).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden sich eher mit dem Tablet an sich als mit dem Hilfesystem beschäftigen.
(4.2)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass das digitale Hilfesystem teilweise schon genutzt wird, bevor die Aufgabenstellung gelesen wurde bzw. nutzen das Hilfesystem ohne über die Lösung der Aufgabe überhaupt vorher nachgedacht zu haben.	*„Manchmal sogar, bevor sie die eigentliche Aufgabe gelesen haben“ (Interview 5, Mitte, Z. 335-336).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass das Hilfesystem bereits genutzt wird, bevor die Aufgabe gelesen bzw. über die Lösung nachgedacht wurde.
(4.3)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass die Schüler*innen die Lösungen auf der letzten Hilfekarte abschreiben bzw. sich direkt zur Lösungsfolie durchklicken.	*„Also ich glaube, ein paar faulere Schüler gehen direkt zu den Antwortmöglichkeiten und schreiben ganz oft Antwortmöglichkeiten ab“ (Interview 7, Mitte, Z. 321-322).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden sich direkt zur Lösungsfolie durchklicken bzw. einfach die Lösung auf der letzten Karte abschreiben.
(4.4)	Die Lehrkräfte formulieren das Problem, dass nur ein Tablet pro Gruppe dazu führt dazu,	*„Und die nicht so gut sitzen, dass sie das Tablet einfach drehen könnten. Das heißt, es ist oft so, dass jemand von*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass nicht

	dass nicht alle Schüler*innen in der Kleingruppe in das Tablet sehen können.	*den Schülern das Tablet in der Hand hat und sich die Hilfe sucht, das aufschreibt und die anderen schreiben es dann eigentlich im Grunde von dem anderen ab und bekommen gar nicht so oft die Gelegenheit diese Hilfe tatsächlich zu nutzen" (Interview 5, Mitte, Z. 320-323).*	alle Lernenden in das Tablet schauen können.
(4.5)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass einzelne Schüler*innen eher die Lehrkraft als Unterstützung nutzen als die Mitschüler*innen oder das Hilfesystem.	*„Da ist es halt wirklich so, dass er sein Ding macht und wenn er nicht weiterkommt, fragt er den Lehrer" (Interview 1, Mitte, Z. 211-212).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden eher die Unterstützung der Lehrkraft als das Hilfesystem bzw. die Gruppenmitglieder nutzen.
(4.6)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass die Schüler*innen die Hilfekarten zu ungenau zu lesen.	*„Das Problem ist die Motivation dazu Aufgabenstellung oder die Hilfen zu lesen" (Interview 9, Ende, Z. 172).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden die Hilfekarten zu ungenau lesen.
(4.7)	Die Lehrkräfte beschreiben die genutzte Sprache im Hilfesystem als teilweise zu komplex.	*„oder auch wenn die die Antwort von der Hilfekarte nicht verstanden wurde" (Interview 6, Ende, Z. 104-105).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die genutzte Sprache im Hilfesystem zu komplex ist.
Oberkategorie 5: Die von den Lehrkräften genannten Probleme der Schüler*innen, die nicht vom Hilfesystem abgedeckt werden, und zu Fragen der Schüler*innen führen.			
(5.1)	Das digitale Hilfesystem unterstützt nicht beim (sprachlichen) Verständnis der Aufgabenstellung.	*„Dann muss ich sagen, sind die Aufgaben für unsere Schüler, glaube ich, etwas zu schwer" (Interview 5, Mitte, Z. 8-9).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden bei sprachlichen Unklarheiten Fragen an die Lehrkraft stellen.
(5.2)	Das digitale Hilfesystem unterstützt nicht bei sozialen Problemen bzw. führt zu sozialen Problemen.	*„I: Sondern, wenn, dann sind es soziale Probleme. B: Genau" (Interview 9, Mitte, Z. 283-285).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden bei sozialen Problemen Fragen an die Lehrkraft stellen.
(5.3)	Das digitale Hilfesystem unterstützt nicht bei der Rückmeldung, ob Ergebnisse oder (andere) Ideen der Schüler*innen richtig sind.	*„Die brauchen noch mal die Bestätigung. Genau" (Interview 5, Mitte, Z. 236).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden Fragen stellen, um zu prüfen ob ihre Ideen korrekt sind.

(5.4)	Das digitale Hilfesystem unterstützt nicht bei der Erläuterung der Struktur von Experimenten bzw. dem Versuchsprotokoll.	*„Dann sagen die. Ach ja. Steht ja da drunter. Oder auch gerade wenn es um die Experimente geht, sehen sie ja zuerst immer nur den Teil Material und sowas. Dass sie was aufzeichnen sollen und danach steht dann erst, wie gehst du vor und wissen dann letztendlich nicht. Wo ich sag, dann lies doch mal eine Frage weiter. Dass ihr zurechtkommt. Das vergessen sie manchmal sogar noch beim dritten Experiment. Dass das die gleiche Vorgehensweise ist. Aber dann machen sie es selber“ (Interview 7, Mitte, Z. 289-294).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden Verständnisschwierig-keiten in der experimentellen Struktur bzw. dem Versuchsprotokoll Fragen an die Lehrkraft stellen.
(5.5)	Das digitale Hilfesystem unterstützt nicht bei organisatorischen Problemen.	*„wenn überhaupt mal organisatorische Fragen, die nur ich beantworten kann“ (Interview 3, Mitte, Z. 287-288).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden bei organisatorischen Problemen Fragen an die Lehrkraft stellen.
(5.6)	Die Lehrkräfte beschreiben das zu komplexe Aufgaben dazu führen, dass die Schüler*innen direkt zur Lösung weiterklicken bzw. dass die Aufgaben mit Hilfe des digitalen Hilfesystems nicht gelöst werden konnten.	*„Also die gehen dann natürlich auch immer den Weg des geringsten Widerstands. Und da ist das Tablet natürlich“ (Interview 9, Mitte, Z. 459-460).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass zu komplexe Aufgaben zu Fragen an die Lehrkräfte führen.
(5.7)	Die Lehrkräfte beschreiben, dass das Hilfesystem keine technischen Schwierigkeiten lösen kann.	*„dass das Handy nicht funktioniert hat oder irgendwas sich nicht geöffnet hat“ (Interview 3, Ende, Z. 191-192).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden bei technischen Problemen Fragen an die Lehrkraft stellen.
(5.8)	Obwohl einzelne Schüler*innen der Gruppe die Lösung schon kennen bzw. aufgeschrieben haben, fragen die anderen Mitschüler*innen bei der Lehrkraft nach. Das Hilfesystem sorgt nicht für Kommunikation innerhalb der Gruppe.	*„Also die warten dann auch wirklich, bis die Mädels zum Beispiel mit den Tablets fertig sind und machen das dann komplett selber. Also da findet wirklich [...] kein Austausch statt“ (Interview 6, Mitte, Z. 497-498).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass das digitale Hilfesystem nicht für ausreichend Kommunikation in der Kleingruppe führt.
(5.9)	Das Hilfesystem motiviert nicht zum	*„Es ist einfach nur richtig Lesen das ist so. Man muss die dazu kriegen das einfach*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte

	(erneuten) Lesen der Aufgabenstellung.	*zu lesen, ja. Aber die lesen einfach nicht, ja" (Interview 9, Ende, Z. 166-167).*	formulieren, dass das digitale Hilfesystem nicht zum (erneuten) Lesen anregt.
(5.10)	Einzelne Schwierigkeiten bezogen auf das Vorwissen können nicht durch das Hilfesystem gelöst werden.	*„Am Anfang war es wirklich die Aufgabenstellung, die ihnen, glaube ich, mit dem fehlenden Wissen zu Physik, Sonnensystem und da gerade gefehlt hat" (Interview 8, Mitte, Z. 21-23).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Lernenden bei fehlendem Vorwissen Fragen an die Lehrkraft stellen.
Oberkategorie 6: Von den Lehrkräften genannte Verbesserungsvorschläge zum elektronischen Hilfesystem.			
(6.1)	Keine Verbesserungsmöglich-keiten notwendig bzw. keine Idee.	*„Also ich würde da im Moment jetzt keine Verbesserungsmöglichkeiten haben, sehen" (Interview 4, Mitte, Z. 420-421).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte keine Verbesserungsmöglich-keiten nennen.
(6.2)	Die Anzahl der Tablets pro Kleingruppe erhöhen.	*„Wenn zum Beispiel pro Tisch zwei Tablets wären" (Interview 1, Mitte, Z. 369).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte sich mehr Tablets pro Gruppe wünschen.
(6.3)	Die Lehrkräfte wünschen sich eine (noch) Kind-gerechtere Sprache bzw. sprachliche Hilfen.	*„Letztendlich sonst wären es nur Fragestellungen, wo Antwortmöglichkeiten vielleicht in ein paar Sachen vielleicht kindgerechter formuliert werden müssen" (Interview 7, Mitte, Z. 339-340).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte sich eine Kind-gerechtere Sprache bzw. verstärkt sprachliche Hilfen wünschen.
(6.4)	Die Lehrkräfte wünschen sich, dass nicht die komplette Lösung auf der letzten Folie steht.	*„Vielleicht nicht immer die komplette Lösung" (Interview 8, Mitte, Z. 527)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte sich nicht die komplette Lösung auf der letzten Folie wünschen.
(6.5)	Die Lehrkräfte wünschen sich Lösungen in Ordnern oder am Lehrerpult. Diese Lösungen sollen erst nach Kontrolle durch die Lehrkraft herausgeben werden.	*„Ich finde, dass man die erst rausgibt wenn man drauf geguckt hat ob die was bearbeitet haben ist sicher sinnvoll gewesen" (Interview 6, Ende, Z. 258-259.)*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte sich wünschen, dass die Lösungen in Ordnern bzw. am Lehrerpult ausliegen bzw. erst nach Kontrolle herausgegeben werden.
(6.6)	Keine Verbesserungen mit Bezug auf das letzte Interview (Mitte der Studie).	*„I: Okay. Über das Hilfesystem hatten wir schon gesprochen. Damals hatten sie auch schon einige Verbesserungen schon vorgeschlagen. Gibt es weitere Ideen dafür wie man das Hilfesystem verbessern könnte?* *B: Nein" (Interview 5, Ende, Z. 243-246).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte keine Verbesserungen in Bezug auf das Interview in der Mitte der Studie nennen.

(6.7)	Die Lehrkräfte sagen: Ob Lösungen Teil des Hilfesystems sind oder nicht hängt von der jeweiligen Lerngruppe ab.	*„Ja, es ist jetzt halt die Frage gibt man die komplette Lösungen in die Hilfen rein oder nicht, ist schwierig“ (Interview 8, Ende, Z, 204-205).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte formulieren, dass die Frage nach Lösungen als letzte Hilfekarte lerngruppenabhängig ist.
(6.8)	Um das Abschreiben der Lösungen zu verhindern, Tablets am Lehrerpult auslegen.	*„Aber das vielleicht auch wirklich vorne am Pult. Weil da natürlich die Hemmschwelle noch etwas größer ist, nach vorne zu kommen und sich so eine Tipp-Karte zu holen“ (Interview 7, Mitte, Z. 19-20).*	Diese Aussage wird immer dann codiert, wenn die Lehrkräfte Tablets vorne am Lehrerpult favorisieren.

J Codierleitfaden aus dem 2. Mesozyklus zu den Experimentiermaterialien und dem Arbeitsheft (MESO2_EA)

Unterkategorie:	Definition:	Ankerbeispiel:	Codierregeln:
Oberkategorie 1: Aussagen der Lehrkräfte zu den Experimentiermaterialien.			
1.1 Die Lernenden kommen mit den Experimentier-materialien klar.	Die Schülerinnen und Schüler haben keine Schwierigkeiten mit den Experimentiermaterialien.	*„Eigentlich sind sie mit den Experimentiermaterialien sehr gut zurechtgekommen. Hatten da jetzt keine auffälligen Schwierigkeiten, die ich jetzt so beobachten konnte, wo ich sage, das war ging gar nicht oder irgendwas" (Lehrkraft 6, Ende, Z. 266-268).*	Alle Aussagen der Lehrkräfte, die darauf hindeuten, dass die Lernenden (mit der Zeit) mit den Materialien klarkommen.
1.2 Experimentierkoffer nur während der Experimente auf dem Tisch.	Die Experimentier-Materialien sollten nur während der Experimente auf dem Tisch sein.	*„Eigentlich, vielleicht sollte man einfach nur darauf achten, dass der wirklich nur beim Experiment auf dem Tisch ist und dann wieder. Aber ansonsten" (Lehrkraft 8, Ende, Z. 182-183).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Experimentier-Materialien nur während der Experimente auf dem Tisch stehen sollen.
1.3 Unsinn mit einzelnen Materialien.	Die Lernenden machen mit einzelnen Experimentier-Materialien Unsinn.	*„und gerade die Taschenlampen haben natürlich für Ablenkung gesorgt" (Lehrkraft 5, Ende, Z. 227-228).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lernenden mit den Experimentier-Materialien Unsinn machen.
1.4 Verlust von Material	Die Lehrkräfte sollen stärker darauf achten, dass Materialien nicht verloren gehen.	*„außer da müssten aber eher die Lehrkräfte mit daran arbeiten das man alles irgendwie durchnummerieren würde das Sachen einfach nicht wegkommen" (Lehrkraft 7, Ende, Z. 272-274).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lehrkräfte stärker darauf achten sollen, dass Materialien nicht verloren gehen.
1.5 Keine Veränderungen von den Lehrkräften gewünscht bzw. notwendig.	Die Lehrkräfte sind der Meinung, dass der Experimentierkoffer nicht verbessert werden muss.	*„Hmm gute Frage. Den Experimentierkoffer verbessern. (…) Ich muss ganz ehrlich sagen, viel verbessern würde ich an dem nicht. Ich hab sogar einen Physikkollegen gehabt der gefragt hat ob die, ob man die sich ausleihen könnte. Aber ich glaub also ich wüsste jetzt nicht wie ich den verbessern würde. Also zumindest nicht spontan" (Lehrkraft 6, Ende, Z. 214-217).*	Alle Aussagen der Lehrkräfte die darauf hindeuten, dass der Experimentierkoffer nicht mehr verbessert werden muss.
1.6 (Weniger) ansprechende und	Die Lehrkräfte finden manche Materialien ansprechend bzw.	*„Es waren ähm Sachen die sie zum Teil kannten zum Teil vielleicht auch*	Alle Aussagen der Lehrkräfte, die darauf hindeuten, dass manche

schülernahe Materialien.	schülernah (und andere eher nicht).	*nicht" (Lehrkraft 6, Ende, Z. 192-193).*	Materialien ansprechend und schülernah sind (und andere eher nicht).
1.7 Defekte Materialien.	Die Lehrkräfte beschreiben, dass einzelne Materialien defekt sind.	*„und einige Sachen waren aber leider auch glaube ich nicht vollständig oder auch kaputt. Da muss man drauf achten, dass das dann wirklich überall gleich ist" (Lehrkraft 1, Ende, Z. 144-146).*	Alle Aussagen der Lehrkräfte die darauf hindeuten, dass einzelne Materialien defekt sind.
1.8 Wunsch andere Taschenlampen zu nutzen.	Die Lehrkräfte wünschen sich andere Taschenlampen.	*„Vielleicht diese Taschenlampe das die dann angefangen hat zu blinken eine andere nehmen" (Lehrkraft 3, Ende, Z. 256-257).*	Alle Aussagen der Lehrkräfte, die beinhalten, dass sie sich andere Taschenlampen wünschen.
Oberkategorie 2: Aussagen der Lehrkräfte zum Arbeitsheft.			
2.1 Papier ungeeignet.	Die Lehrkräfte beschreiben das Material des Papiers als ungeeignet.	*„B: Ähm (…) schlecht fand ich das (…) das man nicht unbedingt mit dem Füller schreiben konnte das es verschmiert ist, das fand ich halt also wenn man ganz normales Papier genommen hätte dann wäre es glaube ich besser gewesen für die" (Lehrkraft 5, Ende, Z. 153-154).*	Alle Aussagen der Lehrkräfte, die darauf hindeuten, dass das Material des Papiers ungeeignet ist.
2.2 Arbeitsheft trifft auf Zustimmung.	Bei den Lehrkräften trifft diese Form des Arbeitshefts auf Zustimmung.	*„ich finde das, erstmal das Heft generell finde ich jetzt ganz gut. Vor allen Dingen das sie quasi nach ihrem eigenen Tempo daran arbeiten können finde ich ist auf jeden Fall eine gute Sache " (Lehrkraft 5, Ende, Z. 221-222).*	Alle Aussagen, dass das Arbeitsheft bei den Lehrkräften auf Zustimmung trifft.
2.3 Keine Veränderungen möglich.	Es sind keine Veränderungen mehr am Arbeitsheft notwendig.	*„Also, ja ich finde man muss da gar nicht so viel ändern" (Lehrkraft 9, Ende, Z. 166).*	Alle allgemeinen Aussagen, dass keine Verbesserungen am Arbeitsheft notwendig sind. Wenn auf Spezifika (z.B. Sprache) eingegangen wird vgl. UK 2.4.

2.4 Keine sprachlichen Reduktionen notwendig.	Es sind keine sprachlichen Reduktionen mehr nötig.	*„Durch die Hilfen finde ich eigentlich, (…) finde ich das ok also ich würde es nicht noch weiter und sie können ja immer noch Fragen. Wenn sie was nicht verstanden haben also deswegen würde ich es nicht unbedingt noch weiter runter brechen, ja“ (Lehrkraft 8, Ende, Z. 198-200).*	Alle Aussagen, die explizit darauf hindeuten, dass keine sprachlichen Reduktionen notwendig sind.
2.5 Sprachliche Reduktionen gewünscht.	Es sind sprachliche Reduktionen nötig.	*„der Fall aber auf sprachlicher Ebene hätte ich da den einen oder anderen Punkt angemerkt, ja“ (Lehrkraft 7, Ende, Z. 241-242).*	Alle Aussagen, die explizit darauf hindeuten, dass sprachliche Reduktionen notwendig sind.
2.6 Wunsch nach Feedback.	Die Lernenden wünschen sich aus Sicht der Lehrkräfte mehr Feedback.	*„Mit so kleinen Zwischenfragen im Heft wirklich auch ohne Hilfen die die eigentlich mit den vorherigen, mit der vorherigen Aufgabe beantworten können müssten, das fände ich nicht schlecht. Wenn das wieder so in Papierform ist, sonst klicken sie sich wieder bis zum Ende durch“ (Lehrkraft 9, Ende, Z. 229-231).*	Alle Aussagen, die auf den Wunsch nach Feedback hindeuten.
2.7 Kinder müssen lesen.	Die Lernenden lesen die Texte im Arbeitsheft nicht richtig.	*„Es ist einfach nur richtig Lesen das ist so. Man muss die dazu kriegen das einfach zu lesen, ja. Aber die lesen einfach nicht, ja“ (Lehrkraft 6, Ende, Z. 166-167).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Schülerinnen und Schüler die Texte im Arbeitsheft nicht richtig lesen.
2.8 Aufgaben zu Beginn zu komplex.	Die Aufgaben zu Beginn des Arbeitshefts sind zu komplex.	*„Im Hinblick auf die Zielgruppe am Anfang mit Sicherheit von der Aufgabenstellung her zu schwer weil die Schüler bei uns zu diesem Thema vorher noch nichts gemacht haben“ (Lehrkraft 8, Ende, Z. 288-289).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Aufgaben am Beginn des Arbeitshefts zu komplex sind.
2.9 Kindlichere Gestaltung.	Wunsch nach einer kindlicheren Gestaltung.	*„kindlicher vielleicht das Ganze gestalten. Das sind so die Punkte glaube ich“ (Lehrkraft 5, Ende, Z. 237).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Lehrkräfte sich eine kindlichere Gestaltung des Arbeitshefts wünschen.
2.10 Beispiel für ausgefülltes Versuchsprotokoll.	Wunsch nach einem ausgefüllten Versuchsprotokoll am Ende des Arbeitshefts.	*„Vielleicht wäre da so ein Beispiel irgendwie vorne im Heft oder hinten ganz gut, dass man dann*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass sich die Lehrkräfte ein exemplarisch

		quasi zeigt, so ok da kommt das hin, da komm das hin damit die Schüler es dann direkt vor Augen haben" (Lehrkraft 6, Ende, Z. 233-235).	ausgefülltes Versuchsprotokoll am Ende des Arbeitshefts wünschen.
2.11 Buntdruck positiv.	Nach Aussage der Lehrkräfte ist es positiv, dass das Arbeitsheft bunt ist.	*„Ähm was gut war, dass wirklich alles farbig war. Da konnten die wirklich viel erkennen und auch viel mitnehmen" (Lehrkraft 1, Ende, Z. 155-156).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass der Buntdruck des Arbeitshefts positiv ist.
2.12 QR-Codes im Arbeitsheft positiv.	Nach Aussage sind die QR-Codes im Arbeitsheft positiv.	*„und sonst auch immer mit dem QR-Code also das war eigentlich, ja auf den neuesten Stand und das war also sehr gut" (Lehrkraft 1, Ende, Z. 156-157).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Verwendung von QR-Codes im Arbeitsheft auf Zustimmung trifft.
2.13 Das Arbeitsheft ist fachlich angemessen.	Nach Aussage der Lehrkräfte ist das Arbeitsheft fachlich angemessen.	*„Ne, war angemessen. Einige konnten alles bearbeiten und auch diejenigen die ein bisschen schwächer sind die konnten eigentlich auch klar folgen" (Lehrkraft 1, Ende, Z. 160-161).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass das Arbeitsheft fachlich angemessen ist.
2.14 Ansprechend gestaltet.	Nach Aussage der Lehrkräfte ist das Arbeitsheft ansprechend.	*„Ah aber ansonsten fand ich war sehr schön gestaltet, vielleicht also auch sehr aufwändig" (Lehrkraft 3, Ende, Z. 266-267).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass das Arbeitsheft ansprechend ist.
2.15 Tempoaufgaben im Extraheft.	Wunsch, dass die Tempoaufgaben in einem Extraheft sind.	*„Tempoaufgaben ganz separat irgendwo hin gesetzt hätte, weil die manchmal ein bisschen glaube ich weil es halt alles untereinander war gedacht haben" (Lehrkraft 3, Ende, Z. 272-274).*	Alle Aussagen, die darauf hindeuten, dass sich die Lehrkräfte die Tempoaufgaben in einem gesonderten Heft wünschen.

K Checkliste zur Optimierung eines Hilfesystems für den Physikunterricht und den Förderschwerpunkt Lernen entnommen aus Bonacker et al. (2019); leicht abgeändert

Checkliste zur Optimierung eines Hilfesystems für den Physikunterricht und den Förderschwerpunkt Lernen		☑
Hilfen am Anfang	*Erste Hilfekarte* Aufforderung zum erneuten und genauen Lesen: „Lies die Aufgabe nochmal genau!“ Und Paraphrasierung: „Erklärt euch die Aufgabe noch einmal in eigenen Worten.“	☐
	Zweite Hilfekarte Aufgabenstellung aus der Ich-Perspektive in *Leichter Sprache* wiederholen und vereinfachen Fokussierung: Was ist die entscheidende Frage, um die Aufgabe lösen zu können?	☐
Aufgabenspezifische Hilfen	Formulierungshilfen: Satzanfänge, Satzstrukturen.	☐
	Anknüpfen an Vorwissen oder bekannte Hilfen: „Erinnere dich: …“	☐
	Visualisierung: „Fertige eine Skizze zum Versuch an und beschrifte sie.“	☐
	Bei Verständnisproblemen bei offenen Aufgabenformaten Skizzen/ Zeichnungen vorgeben.	☐
	Erneute Erklärung einzelner Fachwörter.	☐
	Inhaltliche Hilfestellungen.	☐
Hilfen am Ende	Aufforderung zum erneuten Überlegen: „Überlege nochmal genau!“	☐
	Aufforderung andere Mitschüler*innen um Hilfe fragen: „Frage einen Mitschüler oder eine Mitschülerin aus deiner Gruppe!“ Aufforderung zum genauen Zuhören: „Höre ihm oder ihr genau zu!“	☐
	Aufforderung zum Ergebnisvergleich innerhalb der Arbeitsgruppe: „Vergleiche deine Lösungen mit deiner Gruppe.“ Und Einbezug der Lehrkraft als letzte Instanz, Lösungen zur Verfügung stellen. „Brauchst du die Lösung? Melde dich leise und frage deinen Lehrer oder deine Lehrerin.“	☐
Formulierung von Hilfen	Leichte Sprache.	☐
	Verwendung von Bildern.	☐
	Verwendung von Videos.	☐
	Elaboration von Unterzielen: 1. …; 2. …	☐

L Kameraskript in Anlehnung an Petko (2006)

Vorbereitung:

Koordination der Videoaufnahmen:

Die Videoaufnahmen werden durch Alexander Küpper koordiniert. Sie erhalten zu Beginn der Studie eine detaillierte Zeitplanung für Erstellung der Videoaufnahmen. Alexander Küpper wird in jeder Unterrichtsstunde anwesend sein.

Anreise zur Schule

Die Adresse der Schule lautet: ...

Wir treffen uns jeweils um 10:15 Uhr am Parkplatz und gehen gemeinsam in die Schule. Wir haben ausreichend Zeit (30 Minuten) für die Vorbereitungen. Bitte seien Sie pünktlich, sodass noch ausreichend Zeit vorhanden ist (ggfs.) die Tische umzustellen, die Kameras aufzustellen und die Mikrofone zu platzieren. Informieren Sie sich vor Beginn Ihrer Anreise über Staus, ausfallende Bahnen usw. Wenn Sie mit dem Auto anreisen können Sie auf dem Schulparkplatz parken.

Wenn Sie sich dennoch verspäten sollten, kontaktieren Sie bitte Alexander Küpper unter ...

Stundenausfall:

Sollte die Unterrichtsstunde nicht stattfinden wird Alexander Küpper Sie bis spätestens 10:00 Uhr am jeweiligen Tag per E-Mail oder Telefon kontaktieren.

Technische Vorbereitung:

Die technische Vorbereitung (iPads laden, Vollständigkeit der Materialien) erfolgt durch Alexander Küpper. Kontrollieren Sie zusätzlich bei der Übergabe der Materialien, ob diese vollständig und funktionsbereit sind. Sie erhalten folgende Materialien:

1. iPad
2. Mikrofon-iPad
3. Audioaufnahmegerät
4. Stativ

Reinigen Sie vor Beginn der Aufnahme die Linse.

Im Anschluss an die Aufnahme werden die iPads von Alexander Küpper mitgenommen. Die Videodateien werden auf einen Computer übertragen.

Im Klassenzimmer:

Aufteilung im Klassenzimmer:

Es ist geplant, dass jeder von Ihnen für die Videoaufnahmen von zwei Kleingruppe verantwortlich ist.

Videoaufnahmen:

Die Videoaufnahmen erfolgen mittels iPads. Üben Sie vorher ein, wie man am iPad die Videoaufnahme startet und stoppt.

Audioaufnahmen:

Die Audioaufnahmen erfolgen mittels eines Mikrofons. Das Mikrofon wird am iPad angeschlossen. Es wird in der Mitte des Schülertisches platziert und dort befestigt.

Schüler*innen ohne Elternerlaubnis:

Schüler*innen ohne schriftliche Elternerlaubnis dürfen nicht auf den Videos zu sehen sein! Es werden immer nur Schüler*innen mit positiver Elternerlaubnis in eine Kleingruppe eingeteilt. Damit Schüler*innen ohne

schriftliche Elternerlaubnis nicht sichtbar sind, wird die Kamera immer in Richtung der Wand gerichtet (vgl. Abb. 1).

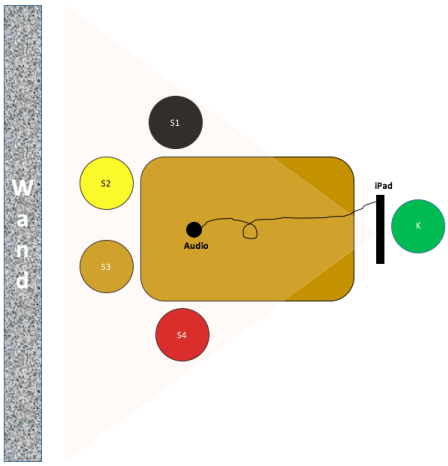


Abbildung 1: Kameraposition

Vorbereitung des Raums:

Tische umstellen:

Stellen Sie zu Beginn des Unterrichts die Tische zu Gruppentischen zusammen. Stellen Sie die Tischnummern auf die Tische (Reihenfolge beginnend an der Tür und entgegen dem Uhrzeigersinn.

Lichtverhältnisse:

Positionieren Sie das iPad so, dass Sie die Fenster im Rücken haben oder dass das Licht von der Seite kommt. Sollte es zu dunkel sein, bitten Sie die Lehrkraft das Deckenlicht einzuschalten.

Aufstellen der Kamera:

Die Kameras werden erst hingestellt, wenn alle Schüler*innen auf ihren Plätzen sitzen. Positionieren Sie die Kamera wie in Abb. 1 gezeigt. Die Kamera ist statisch. Sie soll während der Stunde eigentlich nicht bewegt werden. Der Abstand zwischen Kamera und Tisch sollte so groß sein, dass alle Schüler*innen der Kleingruppe sichtbar sind. Es werden nur die Gruppen 1, 2, 3, 4 und 5 videografiert.

Hinlegen des Audioaufnahmegeräts:

Kleben Sie das Audioaufnahmegerät direkt auf dem Tisch der Schüler*innen mit Klebeband fest.

Die Stunde beginnt

Und wenn die Lehrkraft doch einmal kommen muss

Wenn die Schüler*innen Hilfe von der Lehrkraft benötigen stellt sich die Lehrkraft wie in Abb. 2 gezeigt auf. Die Lehrkraft wurde im Vorfeld darüber informiert. Geben Sie der Lehrkraft ggfs. ein Zeichen, falls dies nicht eingehalten wird.

Aufgabenstellung während der Stunde:

Sie sind jeweils für 2 Gruppen verantwortlich. Die fünfte Gruppe wird von Alexander Küper betreut. Es werden nur die experimentellen Phasen videografiert. Schalten Sie, während die Schüler*innen die Problemstellung lesen, die Kamera ein. Synchronisieren Sie (z.B. durch zweifaches Klopfen auf den Tisch) die Bild- und Tonspur. Schalten Sie die Kamera aus, sobald die Schüler*innen sich mit der folgenden Aufgabe beschäftigen. Während der Experimentierphase wird die Kamera nicht ausgeschaltet, sodass die Aufnahme lückenlos ist.

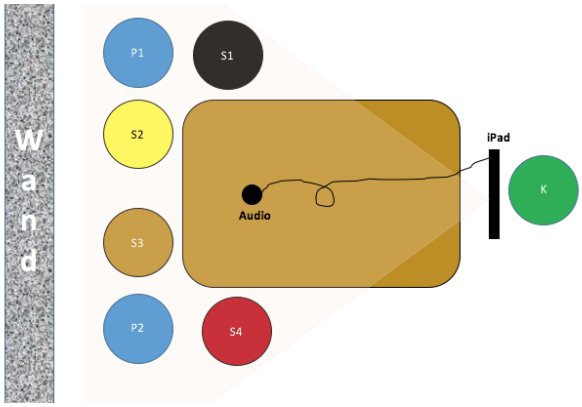


Abbildung 2: Mögliche Positionen P1 und P2 der Lehrkraft.

Wenn die Schüler*innen den Tisch verlassen

Wenn nur ein Kind den Tisch verlässt, bleibt das iPad weiterhin auf die Kleingruppe gerichtet. Sollten mehr als ein Kind den Tisch verlassen, wird die Kamera so ausgerichtet, dass die Kinder mit den genutzten Experimentiermaterialien im Bild sind. Achten Sie darauf, dass das Diktiergerät bei den videografierten Kindern ist. Notieren Sie sich das Verhalten der Kinder, die nicht im Bild sind.

Bei welchem Experiment sind wir eigentlich gerade?

Notieren Sie jeweils die Bezeichnung des Experiments auf einem Zettel. Halten Sie zum Ende der Aufnahme diesen Zettel vor die Linse, sodass die Bezeichnung des Experiments auch auf der Videodatei vorkommt.

Verhalten während der Unterrichtsstunde:

Seinen Sie freundlich zu den Lehrkräften und Schüler*innen, die freiwillig an dem Projekt teilnehmen. Tragen Sie möglichst unauffällige Kleidung. Vermeiden Sie zu essen und zu trinken – es sei denn es ist 5-Minuten Pause. Sprechen Sie nicht mit den Schüler*innen während der Stunde. Wenn Schüler*innen auf die Kamera oder Sie reagieren: Gehen Sie nicht darauf ein.

M Codierleitfaden aus dem 3. Mesozyklus zu sozialen Integration in den Videoaufnahmen

Da es sich um Videoaufnahmen handelt, werden an dieser Stelle keine Ankerbeispiele gegeben.

Gruppe 1: Kinder mit am stärksten ausgeprägten externalisierenden Verhaltensweisen;
Gruppe 2: Die übrigen Lernenden in der Kleingruppe.

Unterkategorie:	Definition:	Ankerbeispiel:	Codierregeln:
Oberkategorie 6: Zeitbereiche, wenn die Schüler*innen der beiden Gruppen nicht miteinander im räumlichen Kontakt sind.			
UK 6.1 Zeitbereiche, in denen sich das Kind aus Gruppe 1 alleine vom Tisch entfernt.	Alle Zeitbereiche, in denen sich Kind aus Gruppe 1 alleine vom Tisch entfernt.		Alle Zeitbereiche, in denen Kind aus Gruppe 1 nicht am Tisch anwesend ist- Gruppe 2 ist vollständig am Tisch anwesend.
UK 6.2 Zeitbereiche, in denen sich Gruppe 2 (komplett) vom Tisch entfernt. Das Kind aus Gruppe 1 verbleibt am Tisch.	Alle Zeitbereiche, in denen sich alle Kinder aus Gruppe 2 vom Tisch entfernen.		Alle Zeitbereiche an denen Gruppe 2 komplett nicht am Tisch anwesend ist. Das Kind aus Gruppe 1 ist anwesend.
UK 6.3 Zeitbereiche, in denen sich einzelne Schüler*innen aus Gruppe 2 vom Tisch entfernen. Das Kind aus Gruppe 1 verbleibt am Tisch.	Alle Zeitbereiche, in denen sich einzelne Kinder aus Gruppe 2 vom Tisch entfernen.		Alle Zeitbereiche an denen einzelne Kinder aus Gruppe 2 nicht am Tisch anwesend ist. Das Kind aus Gruppe 1 ist anwesend.
UK 6.4 Zeitbereiche, in denen sich Kinder aus Gruppe 2 (nicht alle!) gemeinsam mit dem Kind aus Gruppe 1 vom Tisch entfernen.	Alle Zeitbereiche, in denen sich das Kind aus Gruppe 1 mit mindestens einem Kind aus Gruppe 2 vom Tisch entfernt.		Alle Zeitbereiche, in denen sich das Kind aus Gruppe 1 mit mindestens einem Kind aus Gruppe 2 vom Tisch entfernt. Mindestens ein Kind aus Gruppe 2 verbleibt am Platz.
UK 6.5 Zeitbereiche, in denen sich alle Kinder gemeinsam vom Tisch entfernen und zusammenbleiben.	Alle Zeitbereiche, in denen alle Kinder nicht am Tisch sind. Die Kinder aus Gruppe 1 und Gruppe 2 arbeiten gemeinsam weiter.		Alle Zeitbereiche, wo die Kinder gemeinsam den Tisch verlassen und die Videoaufnahmen zeigen, dass sie weiterhin zusammenarbeiten.
UK 6.6 Zeitbereiche, in denen sich alle Kinder gemeinsam vom Tisch entfernen und nicht zusammenbleiben.	Alle Zeitbereiche, in denen alle Kinder nicht am Tisch sind. Die Kinder aus Gruppe 1 und Gruppe 2 arbeiten nicht gemeinsam weiter.		Alle Zeitbereiche, wo die Kinder gemeinsam den Tisch verlassen und die Videoaufnahmen zeigen, dass Gruppe 1 und Gruppe 2 nicht mehr zusammen weiterarbeiten.
UK 6.7 Zeitbereiche, in denen sich alle Kinder gemeinsam	Alle Zeitbereiche, in denen alle Kinder nicht am Tisch sind. Die		Alle Zeitbereiche, wo die Kinder gemeinsam den Tisch verlassen

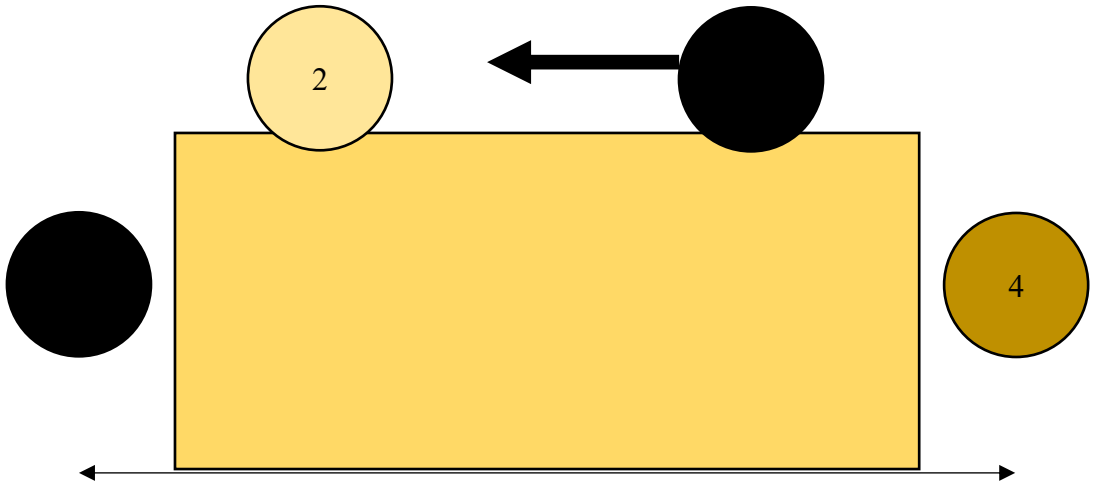
vom Tisch entfernen. Die Videoaufnahme zeigt nicht, ob sie zusammenbleiben oder nicht.	Videoaufnahmen zeigen nicht, ob die Kinder weiterhin zusammenarbeiten.		und die Videoaufnahmen nicht zeigen, ob die Schüler*innen weiterhin zusammenarbeiten.

Weggehen bedeutet:

- Die Schüler*innen sind nicht mehr am Tisch.
- Die Schüler*innen sind nicht mehr im Bild.

Hiermit ist nicht gemeint: Etwas aufheben, Aufstehen und um den Tisch herumgehen, ...

Das Wegrücken einzelner Schüler*innen wird in dieser Kategorie nicht berücksichtigt, weil als Referenzrahmen der Gruppentisch verwendet wird. Selbst wenn einzelne Schüler*innen von anderen Kindern weiter wegrücken (vgl. z.B. Kind 3 rückt von Kind 4 weg in der Abbildung) kann der Abstand nicht größer werden als der Abstand Kind 1 – Kind 4. Es sei denn ein Kind verlässt den Tisch.



maximaler Abstand

Wenn die Schüler*innen nacheinander weggehen (Zeitabstand mindestens 15 Sekunden), wird dies als einzelnes Entfernen gewertet. Ansonsten wird dies als gemeinsames Entfernen (bzw. eine entsprechende andere UK) gewertet.

Unterkategorie:	**Definition:**	**Ankerbeispiel:**	**Codierregeln:**
Oberkategorie 8: Momente, in denen die Schüler*innen explizit äußern (verbal oder non-verbal), dass sie nicht miteinander arbeiten möchten.			
8.1 Momente, in denen Schüler*innen aus Gruppe 2 äußern, dass sie nicht mit Gruppe 1 arbeiten wollen.	Alle Momente, in denen ein Kind aus Gruppe 2 kommuniziert, dass es nicht mit dem Kind aus Gruppe 1 arbeiten will.		Alle Momente, in denen ein Kind aus Gruppe 2 verbal oder non-verbal mitteilt, dass es nicht mit dem Kind aus Gruppe 1 arbeiten will. Sollten sich zwei oder mehr Kinder aus Gruppe 2 darüber unterhalten, dass sie nicht mit dem Kind aus Gruppe 1 arbeiten wollen, wird jede Aussage gewertet.

			Für diese Kategorie spielt es keine Rolle, ob das Kind im Anschluss tatsächlich ausgeschlossen wird. Zeichen für einen non-verbalen Ausschluss sind z.B.: - Wegrücken/ -setzen bzw. Abstand voneinander haben (Wegrücken bereits vor Beginn des Videos geschehen). - Sachen / Experimentier-materialien wegnehmen - Aufbau / Materialien bewusst so hinstellen, dass ein Kind die Sachen nicht sehen kann.
8.2 Momente, in denen die/der Schüler*in aus Gruppe 1 äußert, dass er/sie nicht mit Gruppe 2 (komplett) arbeiten will.	Alle Momente, in denen das Kind aus Gruppe 1 kommuniziert, dass es nicht mit allen anderen Kindern (aus Gruppe 2) arbeiten möchte.		Alle Momente, in denen das Kind aus Gruppe 1 verbal oder non-verbal mitteilt, dass es nicht mit allen anderen Kindern (aus Gruppe 2) arbeiten möchte. Für diese Kategorie spielt es keine Rolle, ob ein Kind im Anschluss tatsächlich ausgeschlossen wird. Zeichen für einen non-verbalen Ausschluss sind: - Wegrücken/ -setzen bzw. Abstand voneinander haben (Wegrücken bereits vor Beginn des Videos geschehen). - Sachen / Experimentier-materialien wegnehmen - Aufbau / Materialien bewusst* so hinstellen, dass ein Kind die Sachen nicht sehen kann.
8.3 Momente, in denen die/der Schüler*in aus Gruppe 1 äußert, dass er/sie nicht mit einzelnen Schüler*innen aus Gruppe 2 arbeiten will.	Alle Momente, in denen das Kind aus Gruppe 1 (non-)verbal kommuniziert, dass es nicht mit einzelnen Kindern (aus Gruppe 2) arbeiten möchte.		Alle Momente, in denen das Kind aus Gruppe 1 verbal oder non-verbal mitteilt, dass es nicht mit einzelnen Kindern aus Gruppe 2 arbeiten möchte. Für diese Kategorie spielt es keine Rolle, ob das Kind im Anschluss tatsächlich ausgeschlossen wird.

			Zeichen für einen non-verbalen Ausschluss sind z.B.: - Wegrücken/ -setzen bzw. Abstand voneinander haben (Wegrücken bereits vor Beginn des Videos geschehen). - Sachen / Experimentier-materialien wegnehmen - Aufbau / Materialien bewusst* so hinstellen, dass ein Kind die Sachen nicht sehen kann.
8.4 Momente, in denen Schüler*innen aus Gruppe 2 äußern, dass sie nicht mit einzelnen Schüler*innen aus Gruppe 2 arbeiten wollen.	Alle Momente, in denen ein Kind aus Gruppe 2 kommuniziert, dass es nicht mit einem anderen Kind aus Gruppe 2 arbeiten will.		Alle Momente, in denen ein Kind aus Gruppe 2 verbal oder non-verbal mitteilt, dass es nicht mit einem anderen Kind aus Gruppe 2 arbeiten will. Für diese Kategorie spielt es keine Rolle, ob das Kind im Anschluss tatsächlich ausgeschlossen wird. Zeichen für einen non-verbalen Ausschluss sind: - Wegrücken/ -setzen bzw. Abstand voneinander haben (Wegrücken bereits vor Beginn des Videos geschehen). - Sachen / Experimentier-materialien wegnehmen - Aufbau / Materialien bewusst* so hinstellen, dass ein Kind die Sachen nicht sehen kann.

* Das Wort *bewusst* ist hier im Folgenden Sinne gemeint: Oftmals stellen die Schüler*innen die Materialien an eine beliebige bzw. freie Stelle auf dem Tisch. Wenn ein Kind jedoch anmerkt, dass es nichts sehen kann und die anderen Schüler*innen die Position des Aufbaus nicht verändern, handelt es sich um einen bewussten Ausschluss.

N Codierleitfaden aus dem 3. Mesozyklus zur Selbstständigkeit in den Videoaufnahmen

Da es sich um Videoaufnahmen handelt, werden an dieser Stelle keine Ankerbeispiele gegeben.

Unterkategorie:		Definition:	Ankerbeispiel:	Codierregeln:
Oberkategorie 1: Selbstständigkeit der Lernenden während der Experimente.				
(1.1)	Sinnvolle Nutzung des Hilfesystems.	Zeitbereiche, in denen die Lernenden das digitale Hilfesystem sinnvoll für die Experimente nutzen.		Alle Zeitbereiche, in denen das digitale Hilfesystem bei Fragen von der Gruppe sinnvoll genutzt wird.
(1.2)	Unsinn mit dem Tablet.	Zeitbereiche, in denen die Tablets für Unsinn genutzt werden.		Alle Zeitbereiche, in denen das Tablet von einzelnen Schülerinnen und Schülern für Unsinn genutzt wird.
(1.3)	Zu frühe Nutzung des Tablets.	Zeitbereiche, in denen Schüler*innen das Tablet vor der Besprechung in der Kleingruppe nutzen wollen und von ihren Gruppenmitgliedern ermahnt werden.		Alle Zeitbereiche, in denen einzelne Schülerinnen und Schüler ohne vorherige Besprechung mit den übrigen Gruppenmitgliedern das Tablet nutzen wollen und von den übrigen Lernenden darauf hingewiesen werden, erst zu besprechen.
(1.4)	Fragen an die Lehrkraft.	Zeitbereiche, in denen sich die Lernenden melden und fachlich relevante Fragen an die Lehrkraft stellen.		Alle Zeitbereiche, in denen die Schülerinnen und Schüler sich melden und eine fachliche Frage an die Lehrkräfte stellen. Es wird nicht codiert, wenn die Frage der Form ist „Haben wir heute sechs Stunden oder früher frei?“ o.Ä.

Anmerkungen zu den gewonnenen Primärdaten und Auswertungsdateien:

Die Primärdaten in Form von Fragebögen, Lehrerinterviews und Videoaufnahmen sind in Absprache mit Herrn *Prof. Dr. André Bresges* im Institut für Physikdidaktik hinterlegt. Dies trifft ebenso auf die Auswertungsdateien zu.

Eidesstattliche Erklärung:

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig und ohne die Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel und Literatur angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Ich versichere an Eides statt, dass diese Dissertation noch keiner anderen Fakultät oder Universität zur Prüfung vorgelegen hat; dass sie - abgesehen von unten angegebenen Teilpublikationen und eingebundenen Artikeln und Manuskripten - noch nicht veröffentlicht worden ist sowie, dass ich eine Veröffentlichung der Dissertation vor Abschluss der Promotion nicht ohne Genehmigung des Promotionsausschusses vornehmen werde. Die Bestimmungen dieser Ordnung sind mir bekannt. Darüber hinaus erkläre ich hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten der Universität zu Köln gelesen und sie bei der Durchführung der Dissertation zugrundeliegenden Arbeiten und der schriftlich verfassten Dissertation beachtet habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen. Ich versichere, dass die eingereichte elektronische Fassung der eingereichten Druckfassung vollständig entspricht.

Teilpublikationen:

Im Sinne des DBR-Ansatzes wurden Übersichtsartikel zur Lernumgebung veröffentlicht, um die Materialien Lehrkräften zeitnah zur Verfügung zu stellen:

Küpper, A., Schulz, A. & Hennemann, T. (2018a). Zur Eignung astronomischer Kontexte für einen inklusiven Physikunterricht, Astronomie + Raumfahrt im Unterricht, 55 (3-4), S. 60-64.

Küpper, A., Schulz, A. & Hennemann, T. (2018b). Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus - Ein Rahmenkontext für den (inklusiven) Physikunterricht, Astronomie + Raumfahrt im Unterricht, 55(6), S. 42-47.

Küpper, A., Hennemann, T. & Schulz, A. (2020a): Digitale Lernhilfen entwickeln und nutzen – Beispiel eines Hilfesystems für den inklusiven (Physik-)Unterricht, Computer + Unterricht, 117, S. 23-25.

Küpper, A., Hennemann, T. & Schulz, A. (2020c): Sozial Emotionales Lernen in der Lernumgebung „Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus“ im inklusiven Physikunterricht der Orientierungsstufe, Zeitschrift für Heilpädagogik, 71, S. 173-184.

Küpper, A., Schulz, A. & Hennemann, T. (im Druck): Entwicklung einer Experimentierbox zum Lösen astronomischer Problemstellungen für Lernende mit und ohne Förderbedarf, Transfer Forschung ↔ Schule.

Artikel unter Berücksichtigung gewonnener empirischer Daten in Tagungsbänden:

Küpper, A., Hennemann, T., Schulz, A. (2020b): (Weiter-)Entwicklung eines (digitalen) Hilfesystems für den Physikunterricht in stark heterogenen Lerngruppen der Klassen 5/6 – ein Design-Based Research-Projekt. In B. Brandt, L. Bröll & H. Dausend (Hrsg.) Digitales Lernen in der Grundschule II – Aktuelle Trends in Forschung Praxis (S. 188-204), Münster: Waxmann-Verlag.

Erftstadt, den **30.10.2020** _____

Alexander Küpper