

Kreatives, ökologisches Lernen für Nachhaltigkeit.

Eine explorative Studie zur Implementierung eines fächerübergreifenden Moduls zum Stadtklima im zdi-Schülerlabor im Rahmen der Entwicklung und Durchführung des K.Ö.L.N.-Projekts.



Cristal Schult
aus New Providence, Bahamas

Köln 2020

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität zu Köln

Berichterstatter: Prof. Dr. Frank Schäbitz
(Gutachter)

Prof. Dr. André Bresges

Tag der mündlichen Prüfung: 08. Mai 2020

„Meine Zukunft hängt immer auch von anderen ab und die Zukunft der anderen Menschen von meiner. Die auf uns zukommende Klimakatastrophe erinnert uns an diesen Zusammenhang.“

– Dalai Lama. In „Der Appell des Dalai Lama an die Welt – Ethik ist wichtiger als Religion“, 2015

Kurzzusammenfassung

Die Themen (Stadt-)Klima und Klimawandel sind aktueller denn je und stellen die Menschheit gegenwärtig und in Zukunft vor große Herausforderungen. Durch die ‚Fridays for future‘ Demonstrationen zeigen auch sehr junge Menschen, dass sie sich mit diesen komplexen Themen auseinandersetzen wollen. Im naturwissenschaftlichen Unterricht werden die Themen jedoch nach dem Lehrplan Nordrhein-Westfalens erst in den höheren Jahrgangsstufen und zumeist nur in dem Fach Geographie behandelt. Ein Ziel dieser Arbeit ist es am Beispiel des ‚Stadtklimas‘ Gelingensbedingungen zu eruieren, die es ermöglichen komplexe Themen interdisziplinär, kreativ und reduziert auf die reale Umgebung mit jüngeren Schüler*innen zu behandeln. Hierfür wurde das K.Ö.L.N.-Projekt mit einem ‚fächerübergreifenden Modul‘ als Fundament entwickelt.

Im zdi-Schülerlabor der Universität zu Köln sowie in einer nahegelegenen Schule wurde die Studie mit einem Prä-Posttest-Design und der Erstellung von Concept Maps mit mehreren Kohorten der Jahrgangsstufe acht durchgeführt. Anhand von Stationen mit Experimenten zum ‚Stadtklima Kölns‘ im ‚fächerübergreifenden Modul‘ im Schülerlabor und unterschiedlichen Interventionen im Schulunterricht, erweiterten die Schüler*innen ihre entsprechenden Kompetenzen und Vernetzung der Inhalte.

Die Studie zeigte außerdem, dass die Schüler*innen, die in der Schule kreative, offene Projektarbeiten machten vermehrt eine bessere Vernetzung der Inhalte vorwiesen, als die Schüler*innen, die andere Interventionen erhielten. Die Arbeit macht deutlich, dass zur Behandlung komplexer Themen im schulischen Kontext, zunächst ein Netzwerk zwischen Schule, Universität und (Schüler-)Laboren erstrebenswert ist, um Projekte und Freiräume für kreatives und experimentelles Lernen nahe an der realen Lebenswelt der Schüler*innen zu schaffen.

Abstract

Climate change and (urban) climate issues are more topical than ever and are one of the biggest current and future challenges for humankind. The ‘Fridays for future’ demonstrations show that very young people want to engage into these highly complex subjects. In German education, these concepts are not commonly taught until high school and usually only in Geography. Using the example of ‘urban climate’, one goal of this research work was to elicit the conditions that enable students to handle complex topics, reduced to the real environment of school, in an interdisciplinary and creative way. Therefore the ‘K.Ö.L.N.-Project’ (In English: Creative. Ecological. Learning for Sustainability.) with its interdisciplinary module as basis was developed.

The research project with a pre-posttest-design with additional qualitative elements including concept-mapping, was conducted in the zdi Science Lab of the University of Cologne and in a nearby school with three cohorts of eighth graders. The student stations with experiments were based on the urban climate of Cologne in the interdisciplinary module. This module was implemented in the students’ lab and the different interventions in school lessons where the students enhanced their core competencies, their interconnectedness of the concepts and increased their knowledge.

Furthermore the study shows that the students allowed to do creative free project work, had more often a better interconnectedness of the concepts than the students that received other interventions. This research work clearly reveals that if handling a complex topic in a school context, it is worthwhile to have a network between school, university and (student) labs to foster creative projects and open spaces for creative and experimental learning that is close to the real environment of school students.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	12
1.1 Wichtige Grundlagen und Kurzbeschreibung des K.Ö.L.N-Projekts.....	16
1.2 Bedingungsanalyse und Ziele der Arbeit.....	18
1.2.1 Allgemeine Überlegungen zur Arbeit.....	18
1.2.2 Ziele, Forschungsfragen und Hypothesen der Arbeit.....	19
1.3 Verortung des Projekts.....	21
1.3.1 Außerschulischer Lernort: Schülerlabor.....	21
1.3.2 Schülerlabore und Gender.....	23
1.3.3 Wirksamkeit von Schülerlaboren.....	24
1.3.4 Status Quo – Schülerlabore.....	24
1.3.5 Das zdi-Schülerlabor der Universität zu Köln.....	25
2 Fachwissenschaftliche Analyse – Stadtklima (Kölns): Stadt, Klima, Forschung.....	26
2.1 Stadtklima Definition und Charakteristika.....	27
2.1.1 Wärmeinseln.....	28
2.2 (Stadt-)Klimaforschung.....	31
2.3 Stadt(-historie) und Verstädterung.....	32
2.4 Die Stadt Köln.....	34
2.5 Köln heute.....	36
2.6 Geographie, Makro- und Mikroklima der Stadt Köln.....	37
2.6.1 Kölns grüne Lungen.....	38
2.6.2 Wind und Ventilation in Köln – Luft für die Kölner.....	40
2.6.3 Niederschlag und Versiegelung in Köln.....	41
2.6.4 Temperatur in der Stadt.....	42
2.6.5 Wärmeinseln in Köln.....	43
2.6.6 Stadtklimaforschung (Wetter- und Klimabeobachtung) in Köln.....	44
3 Theoretischer (didaktischer) Hintergrund.....	45
3.1 Bildungsstandards und der Kompetenzbegriff.....	47
3.1.1 Ein Blick in die Bildungsstandards für das Fach Geographie.....	48
3.1.2 Ein Blick in die Bildungsstandards für das Fach Physik.....	50

<i>Diskurs: Fächergrenzen und Interdisziplinarität in naturwissenschaftlichen Fächern (und Stadtklima im Lehrplan)</i>	51
3.2 Komplexität, Umgang mit komplexen Systemen - Vernetztes und systemisches Denken.....	53
3.2.1 Komplexität (und der Umgang mit komplexen Systemen).....	53
3.2.2 Vernetztes Denken.....	55
3.3 Kompetenz(-entwicklung), Wissen und Lehr-Lern-Modelle.....	56
<i>Diskurs: Der Wissensbegriff</i>	57
3.3.1 Lehr- und Lern-Modelle.....	57
3.3.2 Kompetenz als Kontinuum – Modell nach Blömeke, Gustafsson und Shavelson.....	58
3.3.3 Das Stufenmodell ‚Scientific literacy‘ von Bybee.....	59
3.3.4 Das Lehr-Lern Modell kompetenzorientierten Unterrichts von Leisen.....	60
3.4 Das (Schüler-)Experiment und der Einsatz von Modellen.....	62
3.4.1 Experimentieren mit Schüler*innen im K.Ö.L.N.-Projekt.....	63
<i>Diskurs: Modelle im Projekt</i>	65
3.4.2 Probleme bei Schülerexperimenten.....	66
3.5 Verknüpfung der fachwissenschaftlichen Analyse und des theoretischen Hintergrunds.....	66
4 Beschreibung des Projekts und des Studiendesigns.....	68
4.1 Die Entwicklung des K.Ö.L.N.-Projekts.....	68
4.1.1 Projektentwicklung – allgemeine didaktische und inhaltliche Überlegungen.....	69
4.1.2 Die Entwicklung und Beschreibung des fächerübergreifenden Moduls des K.Ö.L.N-Projekts (Laborphase).....	71
4.1.3 Beschreibung der Stationen und Experimente.....	77
<i>Kölner Stadtmodell</i>	77
<i>Kölner Oberflächen</i>	79
<i>Kölner Luft</i>	82
<i>Stadt unter einer Glasglocke</i>	83
<i>Grünes Köln</i>	87
<i>Erneuerbare Energie</i>	88
4.1.4 Beschreibung der Schulphase.....	90
4.2 Akteure im K.Ö.L.N-Projekt.....	92

4.2.1 Die Projektleiterin.....	92
4.2.2 Die studentischen Betreuer*innen.....	93
4.2.3 Die Schule – Beschreibung des Lernumfelds und schulischen Hintergrunds.....	93
4.2.4 Die Expertin – Lehrerin: Frau Kasper.....	95
4.2.5 Die untersuchten Schülergruppen und Ablauf für die Gruppen.....	96
4.2.6 Ablauf der Studie für die einzelnen Vergleichsgruppen.....	96
4.2.7 Vergleichsgruppe I und der Ablauf ihres K.Ö.L.N.-Projekts.....	96
4.2.8 Vergleichsgruppe II und der Ablauf ihres K.Ö.L.N.-Projekts.....	98
4.2.9 Vergleichsgruppe III und der Ablauf ihres K.Ö.L.N.-Projekts.....	100
4.3 Das Studiendesign.....	101
5 Beschreibung der Daten und methodisches Vorgehen.....	103
5.1 Die wissenschaftlichen An- und Abtestate.....	104
5.1.1 Struktur der Testate.....	105
5.1.2 Übertragung der Testate in SPSS.....	107
5.1.3 Mittelwerte und Mediane.....	110
<i>Diskurs: Deckeneffekt bzw. Höchstwerteffekt.....</i>	<i>112</i>
<i>Diskurs: Bestimmtheitsmaß.....</i>	<i>113</i>
5.1.4 Itemanalyse der wissenschaftlichen Testate.....	113
5.1.5 Cronbach's Alpha.....	114
5.1.6 Itemtrennschärfe.....	115
5.1.7 Itemschwierigkeit.....	116
5.2 Mind- und Concept Maps (Begriffsnetze).....	117
5.2.1 Mind- und Concept Maps – Unterschiede und Gemeinsamkeiten.....	117
5.2.2 Überlegungen zur Analyse – Entwicklung eines Auswertungsschlüssels.....	119
5.3 Mixed Methods und Triangulation.....	121
5.4 Lernprodukte (der Schüler*innen).....	123
5.5 Interviews und Feedbackbögen.....	124
5.5.1 Interviews mit den Schüler*innen.....	125
5.5.2 Die Experteninterviews.....	125
5.5.3 Analyse der Interviews – Storytelling.....	126
5.5.4 Feedbackbögen der studentischen Betreuer*innen.....	127

6 Ergebnisdarstellung	128
6.1 Daten und Ergebnisse aus den wissenschaftlichen An- und Abtestaten der Vergleichsgruppen.....	129
6.2 Daten und Ergebnisse im Prätest.....	129
6.2.1 Analyse der Daten zu den Wissensfragen nach Bereichen – Prätest.....	130
6.2.2 Analyse der Daten zu den Umfrage-Fragen im Prätest.....	133
6.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse im Prätest.....	137
6.3 Daten und Ergebnisse im Posttest 1.....	140
6.3.1 Analyse der Daten zu den Wissensfragen nach Bereichen – Posttest 1.....	140
6.3.2 Analyse der Daten zu den Umfrage-Fragen und den Benotungen durch die Schüler*innen im Posttest 1.....	148
6.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse (der Wissensfragen) im Posttest 1.....	153
6.4 Daten und Ergebnisse im Posttest 2.....	155
6.4.1 Analyse der Daten zu den Wissensfragen nach Bereichen – Posttest 2.....	155
6.4.2 Zusammenfassung der Ergebnisse (der Wissensfragen) im Posttest 2.....	164
<i>Diskurs: Vermutung zum Ergebnis der Mittelwerte in diesem Test</i>	165
6.5 Zusammenfassung aller Ergebnisse der wissenschaftlichen Testate.....	166
6.5.1 Unterschiede zwischen den Gruppen.....	166
6.5.2 Unterschiede zwischen den Geschlechtern.....	167
6.5.3 Betrachtung der Wissensfragen.....	168
6.5.4 Unterschiede von Test zu Test.....	170
6.5.5 Ergebnisse der Itemanalysen.....	173
6.6 Ergebnisse der Maps.....	179
6.6.1 Analyse und gruppen- sowie geschlechtsspezifische Vergleiche.....	180
6.6.2 Maps von Schüler*innen – Beispiele und deren Beschreibung.....	187
6.6.3 Hohe und niedrige Komplexität bei den Maps.....	192
6.6.4 Interrater-Reliabilität bei den Maps.....	196
6.6.5 Zusammenfassung der Analyseergebnisse der Maps.....	199
6.7 Typisierung der Schüler*innen.....	200
6.7.1 Vorgehen.....	200
6.7.2 Ergebnisse der Typisierung.....	202
6.8 Lernprodukte.....	205
6.8.1 Selbstentwickelte Lernprodukte der Schüler*innen.....	205
6.8.2 Gestellte Lernprodukte.....	208

7 Zusammenfassende Diskussion.....	210
7.1 Darstellung und Zusammenfassung der Hauptergebnisse.....	211
7.1.1 Die Testate.....	211
7.1.2 Die Concept Maps (Begriffsnetze).....	212
7.1.3 Die Typisierung.....	213
7.1.4 Die Benotung der Schüler*innen und Zusammenfassung der Feedbackinterviews.....	215
7.1.5 Die Experteninterviews.....	217
7.1.6 Die Feedbackbögen der studentischen Betreuer*innen.....	219
7.2 Diskussion der Ergebnisse im Zusammenhang mit den Forschungsfragen, Hypothesen und der Theorie.....	221
7.2.1 Diskussion der Testate.....	221
7.2.2 Diskussion der Maps.....	223
7.2.3 Diskussion der Bewertungen und Benotungen durch die Schüler*innen.....	228
7.2.4 Diskussion der Typisierung.....	233
7.2.5 Gender.....	236
7.3 Diskussion der Ergebnisse in Verbindung mit Hattie's Metaanalyse und der ROSE- Studie.....	238
7.4 Diskussion unter Einbezug der unterschiedlichen Perspektiven, der Forschungsfragen, der Projektziele und der theoretischen Modelle.....	239
7.4.1 Kompetenzen im K.Ö.L.N.-Projekt.....	239
7.4.2 Diskussion unter Einbezug der Forschungsfragen und der Projektziele.....	242
7.4.3 Verknüpfung mit den Modellen.....	250
7.5 Gelingensbedingungen für die Umsetzung zukünftiger Projekte.....	253
7.6 Kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen – Methodenkritik.....	256
8 Fazit und Ausblick.....	260
8.1 Fazit.....	260
8.2 Ausblick.....	265
8.2.1 Zukunft und Empfehlungen für die Stadt Köln und das Stadtklima.....	266
9 Literaturverzeichnis.....	268
9.1 Internetverweise und -quellen.....	284

9.2	Abbildungsverzeichnis.....	289
9.3	Tabellenverzeichnis.....	291
10	Anhang.....	291
11	Danksagung.....	365
12	Erklärung.....	366
13	Teilpublikationen.....	367

1 Einleitung

„Climate change is real, it is happening right now. It is the most urgent threat facing our entire species, and we need to work collectively together and stop procrastinating. (...). Let us not take this planet for granted.“

– Leonardo DiCaprio (Schauspieler) bei den Oscars 2016

Die vergangenen Jahre im neuen Jahrtausend haben uns gezeigt, dass wir längst mitten im Klimawandel stecken. Durch den anthropogenen Treibhauseffekt steigt die Temperatur auf der Erde und somit verändern sich Vegetation, Fauna und Wetterereignisse. In Deutschland erlebten wir im Jahr 2003 den heißesten Sommer, der seit der Aufzeichnung gemessen wurde (Glaser, Beck & Stangl 2003, Gerstengarbe & Welzer, 2013) und das vorvergangene Jahr, 2018, war durchschnittlich das heißeste und trockenste Jahr, das je aufgezeichnet wurde. Es war in Deutschland und somit in Köln von langanhaltenden Wetterlagen geprägt, die unter anderem zu langen Hitzeperioden, Dürre, Niedrigwasser in Flüssen etc. führten. Die Folgen für den Menschen und das gesellschaftliche Leben waren mit gesundheitlichen Problemen, agrarwirtschaftlichen Ausfällen, Engpässen im Gütertransport auf dem Rhein und der Erhöhung von Treibstoffkosten deutlich körperlich und finanziell spürbar!

Die Tabelle mit der Wetteraufzeichnung für das Jahr 2018 verdeutlicht, dass es in Köln zu allen Jahreszeiten durchschnittlich wärmer war im Vergleich zum langjährigen Mittel von 1981 bis 2010. Tatsächlich waren alle Monate bis auf Februar und März wärmer als das langjährige Mittel, während die genannten Monate, vor allem der Februar, im Mittel viel kälter waren (<https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/monatswerte-station.asp>, letzter Zugriff: 26.06.2019).

Jahreszeiten						
Zeitraum	Temperatur		Niederschlag		Sonnenschein	
	Mittel	Abw.	Summe	% v.I.M.*	Summe	% v.I.M.*
Herbst 2018	11,6	+1,2	94,9	45%	411,3	132%
Sommer 2018	20,1	+2,3	156,2	62%	744,5	124%
Frühling 2018	11,8	+1,8	178,1	93%	555,7	118%
Winter 2017/2018	3,5	+0,6	183,4	98%	171,6	94%

Abb. 1: Temperatur-, Niederschlag- und Sonnenscheindaten zu den Jahreszeiten in Köln für 2018. Quelle: <https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/rueckblick.asp?id=103&datum=25.06.2019&t=2>, Screenshot vom 26.06.2019

* % v.I.M. = Prozent vom langjährigen Mittel

Hinzu kommen ein überdurchschnittlich trockener Sommer und Herbst mit nur 62 % und 45 % Niederschlag und 124 % und 132 % Sonnenschein vom langjährigen Mittel. Insgesamt gab es im Jahr 2018 vergleichsweise sehr viele Sommer- und heiße Tage mit 22 % mehr Sonnenschein und 25 % weniger Niederschlag sowie im Durchschnitt 1,5 K mehr als im langjährigen Mittel (siehe Abb. 1).

Jahreswerte						
Zeitraum	Temperatur		Niederschlag		Sonnenschein	
	Mittel	Abw.	Summe	% v.I.M.*	Summe	% v.I.M.*
2018	11,8	+1,5	627,7	75%	1907,9	122%

Abb. 2: Jahreswerte in Köln für 2018: Temperatur-, Niederschlag- und Sonnenscheindaten. Quelle: <https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/rueckblick.asp?id=103&datum=25.06.2019&t=2>; Screenshot vom 26.06.2019

* % v.I.M. = Prozent vom langjährigen Mittel

Die aktuellen Demonstrationen von Schüler*innen und jungen Menschen unter dem Motto „Fridays for future“ zeugen von einem neuen Bewusstsein und Interesse für ihre Zukunft, ihr Überleben und den Erhalt der Erde. Als Thema sind der Klimawandel und das Klima aktueller denn je! Daher ist der globale Klimawandel in der heutigen Zeit „nicht nur Gegenstand der Forschung, sondern auch der Bildung. Der Mensch und seine Lebensräume, vor allem die Stadt und das „Ökosystem Stadt“ (Henninger, 2011) rücken hierbei auch immer mehr in den Fokus.“ (Schult, 2016, S. 222).

In einer komplexer werdenden Welt sind Städte zwar Orte der Entwicklung und des Wachstums (West, 2017), aber auch Orte, die mit ihren Bewohner*innen aufgrund des weltweit wachsenden Verstädterungsgrads vor großen (klimatischen) Herausforderungen stehen (Schult & Bresges, 2014). Durch ihre Bedeutung als Lebensraum, ökonomische und innovative Standorte geht es unter anderem um Fragen der Zukunftsfähigkeit, Vernetzung, des Klimas, der Lebensqualität und Gesundheit. Klimatische Gegebenheiten und ihre Veränderungen in Städten können mit dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst werden.

Zwischen ‚Klima‘ und ‚Wetter‘ bestehen Zusammenhänge und Unterschiede, welche jedoch viele Menschen und somit auch Schüler*innen nicht richtig differenzieren können. Daher werden ihre Attribute häufig vermischt. Andere Faktoren spielen bei diesen Aussagen und Vorstellungen zunächst eine untergeordnete Rolle oder werden dem Wetter zugeordnet. Die komplexen Prozesse, die beispielsweise zu einer Temperaturänderung führen können und die auf eine Temperaturänderung folgen können, sind für sie zunächst nur schwer greifbar und überschaubar. Dies gilt auch für spezielle Gebiete des Klimas, wie das ‚Stadtklima‘. Für in Städten lebende Schüler*innen ist das ‚Stadtklima‘ jedoch ein sehr naheliegendes Thema innerhalb ihrer realen Lebenswelt aus dem sich exemplarische Beispiele eruieren lassen, um induktiv ein besseres Verständnis von anderen klimatischen Zusammenhängen und dem Klimasystem im Allgemeinen zu fördern.

Um die Grundlagen des Themas ‚Stadtklima‘ zu verstehen und zu überblicken, müssen Schüler*innen einen bestimmten Wissensstand in den naturwissenschaftlichen Fächern wie Physik, Chemie, Biologie, Geographie etc. vorweisen sowie über ein gewisses Maß an raumbezogener Identität verfügen (Schult & Bresges, 2014). Außerdem wird eine möglichst breite und überhöhte zeitliche und räumliche Perspektive benötigt (Schult & Bresges, 2014), welche junge Menschen häufig noch nicht haben, da sich ihre kognitiven Fähigkeiten noch in der Entwicklung befinden.

In den Curricula der naturwissenschaftlichen Fächer findet das Thema ‚Stadtklima‘ bislang jedoch nur wenig Beachtung (Schult, 2016). Obwohl es ein Thema und ein Forschungsbereich ist, der aus vielen unterschiedlichen Perspektiven der naturwissenschaftlichen Fächer, wie Biologie, Chemie, Geographie und Physik, (und anderen Fächern) untersucht und diskutiert werden sollte, um umfassend verstanden zu werden, wird das ‚Stadtklima‘ häufig nur der Geographie zugeordnet (Schult & Bresges, 2014). „Aus bildungswissenschaftlicher Sicht ist es ein Thema, das praxis- und handlungsorientiert ist und sich somit gut für Stationenlernen, Lernen am Modell und Experimentieren eignet.“ (Schult, 2016, S. 223).

Die vorliegende Arbeit beschreibt ein interdisziplinäres Projekt, das K.Ö.L.N.-Projekt, und erläutert dessen Entwicklung, Durchführung, Studienergebnisse sowie deren Analyse und die daraus resultierenden Erkenntnisse für ähnliche Projekte, den Unterricht und die Arbeit bzw. den Betrieb im zdi-Schülerlabor.

Im Vordergrund des Projekts und der Studie steht das fächerübergreifende Modul mit sechs Stationen rund um das stadtklimatische Element ‚Temperatur‘. An den Stationen experimentieren die Schüler*innen und bearbeiten Aufgaben zum Thema der jeweiligen Station. Diese erste Intervention durchlaufen alle drei Untersuchungsgruppen (N = 62 Schüler*innen). Im zweiten Teil des Projekts in der Schule erhalten die Gruppen als Intervention jeweils eine andere Unterrichtsform bzw. -einheit zum Thema ‚Stadtklima‘. Untersucht werden der Lernzuwachs, das vernetzende Denken der Schüler*innen, ihre Selbsteinschätzung und ihre Bewertung des Projekts. Hierbei werden ‚wissenschaftliche Testate‘ in einem Prä-Posttest-Design, die Erstellung von Begriffsnetzen beziehungsweise einer Map (da es in dieser Arbeit um Concept und Mind Maps geht, wird ab hier vorwiegend der Begriff ‚Map‘ verwendet) sowie Meinungsabfragen zum Projekt eingesetzt um Daten zu erheben. Um zusätzliche qualitative Informationen zu erhalten, werden studentische Betreuer*innen des Projekts in einem Fragebogen, die Schüler*innen in Gruppen und die Lehrerin in einem Experteninterview befragt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass es zwischen Prä- und Posttest bei zwei Untersuchungsgruppen auf dem Signifikanzniveau $p \leq 0,05$ ein Lernzuwachs vorhanden ist. Sie zeigen außerdem, dass es sich empfiehlt als Nachbereitung des Moduls im Schülerlabor eine offene Projektarbeit mit den Schüler*innen zu machen. Diese Schüler*innen wiesen die beste Vernetzung der Inhalte auf und hatten mehr Spaß am Projekt. Weitere wichtige Erkenntnisse sind, dass der Zeitpunkt der Durchführung im Schuljahr für die Vernetzung scheinbar eine entscheidende Rolle spielt. Aus der Genderperspektive gibt es bei den Ergebnissen kaum Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen.

In der vorliegenden Arbeit werden zunächst das K.Ö.L.N.-Projekt sowie dessen Ziele beschrieben. Danach folgen Grundlagen und eine Kurzbeschreibung des K.Ö.L.N.-Projekts sowie die räumliche Verortung. Im zweiten Kapitel werden das Stadtklima im Allgemeinen, das Stadtklima Kölns und die Stadtklimaforschung thematisiert. Es folgen theoretische und didaktische Hintergründe der Arbeit, die sich unter anderem mit den Bildungsstandards, Kompetenzentwicklung, Experimentieren mit Schüler*innen, Komplexität und vernetzendes Denken auseinandersetzen. Diese ersten drei Kapitel bilden die Grundlage und liefern gute Informationen für die Entwicklung des K.Ö.L.N.-Projekts. Im Methodenkapitel werden

folglich die Projektentwicklung, die Entwicklung der Materialien und Stationen, das Studiendesign und die Untersuchungsgruppen beschrieben. Es folgen die Datenerhebung und die Darstellung der Analyseergebnisse der Testate, Maps, der Typisierung etc. Das siebte Kapitel diskutiert diese Ergebnisse zusammenfassend unter Einbringung von Theorien, Studien und möglichen Erklärungen. Es werden zudem Gelingensbedingungen für ähnliche Projekte, für Lerneinheiten und für das Schülerlabor vorgeschlagen. Die kritische Reflexion der Methode und der gesamten Arbeit schließen das Kapitel ab und leiten zum Fazit sowie dem Ausblick über.

1.1 Wichtige Grundlagen und Kurzbeschreibung des K.Ö.L.N-Projekts

Da im folgenden Text das K.Ö.L.N.-Projekt immer wieder zur Sprache kommt und einzelne Aspekte aus dem Projekt aufgegriffen werden, wird der Aufbau des Projekts bereits an dieser Stelle beschrieben und erläutert.

Das Projekt befasst sich - kurz gesagt - inhaltlich mit dem Thema Stadtklima und didaktisch mit Schülerexperimenten sowie dem Lernen in komplexen Systemen und der realen Umwelt. Der Titel des Projekts ist einerseits nach der Stadt benannt, in der es stattfindet, andererseits steht das Akronym für wichtige Attribute des Projekts. Das „K“ im Titel steht für ‚kreatives‘ im Sinne von Kreativität, welche beim Entwickeln der Stationen notwendig ist, aber auch die Kreativität, die die Schüler*innen beim Experimentieren im Schülerlabor und in der Schulphase bei ihren Projekten und der Herstellung eigener Lernprodukte erfahren und einsetzen. „Ö“ steht für ‚ökologisches‘, was auf das inhaltliche Thema ‚Stadtklima‘ zurückzuführen ist, welches unter anderem als Teilgebiet der Stadtökologie gesehen wird. Außerdem sind die Mensch-Umwelt-Beziehung und das Kennenlernen sowie das Handeln in der lokalen Umwelt ein Teil des Projekts. Das „L“ für ‚Lernen für‘ betrifft den Lern- und Kompetenzzuwachs, den die Schüler*innen durch das Projekt erreichen (sollen). „N“ steht für ‚Nachhaltigkeit‘, welche in vielerlei Hinsicht im Projekt auftritt. Ein Ziel von Umweltpolitikern ist es, Städte wie Köln zukunftsfähig und nachhaltig zu gestalten, was beispielsweise effektiv über Bildungsprojekte funktioniert. In diesen werden die Handlungs- und Gestaltungskompetenzen gefördert und erweitert, was wiederum zu Nachhaltigkeit und nachhaltiger Umweltnutzung führt. Das Projekt könnte außerdem an einigen Stellen die intrinsische Motivation wecken, welche den gewünschten Effekt des nachhaltigen Lernens haben kann. Das Lernen im K.Ö.L.N.-Projekt könnte somit auch unter den Begriff ‚Regionales Lernen‘ fallen. ‚Regionales Lernen ist ein

Bildungskonzept für außerschulisches, handlungsorientiertes Lernen im Nahraum.“ (Haversath, 2012, S. 119).

Theoretisch könnte man Schüler*innen einfach Stadtklima beobachten lassen, zum Beispiel nach den Vorschlägen von Fezer (1995). Allerdings sind längere Zeiträume dafür nötig, und vermutlich sind auch ein gewisses Vorwissen, Können (Know-How) sowie gewisse Fähigkeiten notwendig, wie zum Beispiel einfache Kenntnisse über die Temperatur, das Messen mit Thermometern, Kohlenstoffdioxid etc..

Das K.Ö.L.N.-Projekt will aber einzelne Phänomene aufgreifen und für Erkenntnisse sorgen, die zu einer besseren Vernetzung führen. Es verwendet als Kern und Ausgangsgrundlage ein ‚fächerübergreifendes Modul‘ (angelehnt an das fächerübergreifende Basismodul der mathematisch-naturwissenschaftlichen Didaktiken der Universität zu Köln, <https://www.mnfdidaktiken.uni-koeln.de/index.php?id=11129>, letzter Zugriff: 13.11.2019). Das ‚fächerübergreifende Modul‘ (siehe unten Abb. 3) versucht an allen sechs Stationen des Moduls einen Ausschnitt des Stadtklimas zu zeigen und diesen mit den anderen Phänomenen sowie mit einem zentralen Merkmal des Stadtklimas, der (erhöhten) Temperatur, zu verbinden.

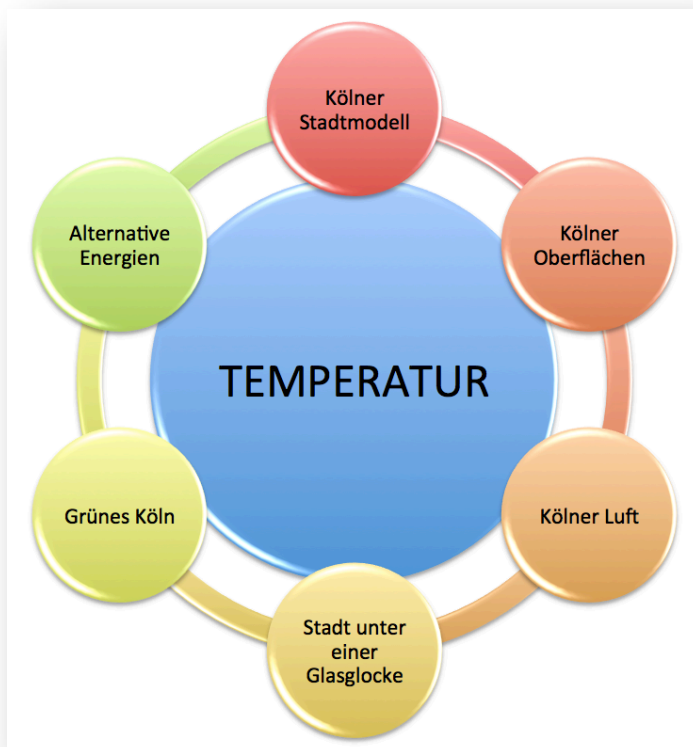


Abb. 3: Das fächerübergreifende Modul im K.Ö.L.N.-Projekt. Screenshot vom eigenen Diagramm.

Das vorangegangene schematische Diagramm ist lediglich eine strukturelle Darstellung, in dem die sechs Stationen: ‚Kölner Stadtmodell‘, ‚Kölner Oberflächen‘, ‚Kölner Luft‘, ‚Stadt unter

einer Glasglocke‘, ‚Grünes Köln‘ und ‚Erneuerbare Energien‘ rund um das zentrale Element ‚Temperatur‘ aufgeführt sind.

In Kapitel 4 wird die Projektplanung, insbesondere die Entwicklung des fächerübergreifenden Moduls mit den Experimenten, tiefergehend beschrieben.

1.2 Bedingungsanalyse und Ziele der Arbeit

1.2.1 Allgemeine Überlegungen zur Arbeit

Als Planung dieser Arbeit und Studie im Jahr 2011 begann, waren die Stationen des Klimaprojekts im zdi-Schülerlabor oft stark auf ein Fach bezogen. Die gewünschte Interdisziplinarität fehlte. Die Anzahl der Stationen war in der Regel gerade ausreichend, um die üblichen Klassengrößen zu betreuen, somit fehlte Flexibilität. Hinzu kam, dass die Studierenden sich meistens nur mit den Stationen beschäftigten, die den Schwerpunkt in ihrem Fach hatten. Konkret heißt das: Die Stationen ‚Pflanzen und Licht‘ und ‚Pflanzen und Klima‘ wurden von Biologie-Studierenden, ‚Sonne und Strahlung‘, ‚Gewitter‘, ‚Der Treibhauseffekt‘ und ‚Jahreszeiten‘ von Studierenden der Physik und ‚Pollen als Klimaboten‘ und ‚Dendrochronologie‘ von Studierenden der Geographie betreut. Studierende hatten demzufolge wenig Anlass, über ihren eigenen Tellerrand hinweg zu schauen und sich in Nachbardisziplinen weiterzubilden. Zudem war die Nachfrage durch Schulen groß und stieg stetig an.

Bei der Planung der Arbeit und des K.Ö.L.N.-Projekts sprachen viele Gründe für die Verankerung im zdi-Schülerlabor. Die thematische Eingliederung des Stadtklimas als eigenes Modul unter dem Großthema Klima unter Einbringung der Leitthemen Ökosphäre, Sensoren, Wasser und Sonne lag auf der Hand. Indem die Schüler*innen etwas über ihre lokale Umwelt und die dort ablaufenden Prozesse lernen und sie zum Teil erforschen, können sie Rückschlüsse auf das ‚globale Klima‘ ziehen und somit auch auf ‚Unser Raumschiff Erde‘, wie das zdi-Schülerlabor der Universität auch genannt wird (siehe Kapitel 1.3.5).

Stadtklima ist ein Thema, das oft nur im Curriculum der Geographie für die Oberstufe zu finden ist (siehe Kapitel 3.1). Die vorliegende Arbeit im Schülerlabor soll zeigen, dass man Schüler*innen der Mittelstufe durchaus solche komplexe Themen - didaktisch entsprechend aufbereitet - anbieten kann. Die eher fehlende Präsenz des Themas im Curriculum aller Naturwissenschaften gibt ebenfalls Anlass dazu, das Thema ‚Stadtklima‘ inhaltlich sowie methodisch für das Schülerlabor aufzubereiten. Die Komplexität des Stadtklimas macht es

schwierig die Prozesse und die Vernetzung der einwirkenden Elemente zu verstehen (siehe Kapitel 2 und 3.2). Es stellt sich die Frage, ob Schüler*innen der Mittelstufe ein solch komplexes Thema erfassen und verstehen können. Hinzu kommt aus didaktischer Sicht die Kompetenzorientierung der Bildungsstandards im Naturwissenschaftlichen Unterricht (siehe Kapitel 3.1). Die Förderung fachwissenschaftlicher, methodischer und experimenteller Handlungskompetenzen ist ein wichtiger Bestandteil der Arbeit.

Die Arbeit entwickelt, verwendet und überprüft hierzu am Beispiel des Kölner Stadtklimas im K.Ö.L.N.-Projekt Interventionen im Schülerlabor und in der Schule, die ein besseres Verständnis für komplexe Themen und einen Lernzuwachs bei den Schüler*innen bewirken sollen (siehe Kapitel 4).

Um eine völlige Implementierung eines neuen Moduls mit kooperativen Lehr- und Lernformen zwischen Universität und Schule zu gewährleisten, war eine enge Zusammenarbeit mit einer oder mehrerer Schulen erforderlich. Außerdem sollten, wie im Schülerlabor üblich, Lehramtsstudierende als Betreuer*innen der Stationen fungieren und zum Teil bei der Entwicklung, Organisation sowie Durchführung beteiligt sein. Die Lehramtsstudierenden lernen hierbei neue Zugänge und didaktische Umsetzungen des inhaltlichen Themas kennen und verbesserten ihr Fachwissen. Durch die praktische Arbeit mit den Schüler*innen über einen gewissen Zeitraum können die Studierenden sich als Lehrpersonen ausprobieren, reflektieren und neue Erkenntnisse über sich und das Arbeiten mit Schüler*innen gewinnen. Indem Schulen Ansätze zum Umgang oder der Durchführung von interdisziplinären Themen angeboten werden, sollen Wissensmilieus, im Sinne von Netzwerkbildungen, zwischen Schule und Universität erweitert werden. Die Verortung an einem außerschulischen Lernort, dem zdi-Schülerlabor der Universität zu Köln, wirkt zum einen motivierend und ermöglicht zum anderen ein offeneres und somit ein anderes Lernklima (als in der Schule) für die Schüler*innen.

1.2.2 Ziele, Forschungsfragen und Hypothesen der Arbeit

Ähnlich dem Bildungskonzept ‚Bildung zur nachhaltigen Entwicklung‘ (BNE), beschrieben von de Haan (2008), hat das Projekt nicht nur das (idealisierte) Ziel der Wissensvermittlung, sondern soll auch den Schüler*innen Fähigkeiten an die Hand geben, mit denen sie aktiv und eigenverantwortlich die Zukunft gestalten können. Die oben erläuterten Überlegungen führten daher zu folgenden Zielen der Arbeit:

- *Die Entwicklung, Optimierung und Implementierung (eines Konzepts) von Experimenten an Stationen zum Stadtklima im zdi-Schülerlabor.*
- *Den Schüler*innen eine bessere Vernetzung der Inhalte, Faktoren und Prozesse zum Stadtklima durch das fächerübergreifende Modul und der Verknüpfung zwischen außerschulischem Lernort und Schule zu ermöglichen.*
- *Die Kompetenzen der Schüler*innen zu erweitern sowie ihre Handlungsorientierung und ihren Umgang mit Komplexität zu verbessern.*
- *Die Erweiterung der Netzerwerbungen zwischen Schule und Universität. Schulen sollen Ansätze und Konzepte geboten werden/ bekommen, die den Umgang mit interdisziplinären Themen erleichtern.*

Zusammenfassend bringen die Ziele der Arbeit, die Fachanalyse (in Kapitel 2), der theoretische und didaktische Hintergrund (in Kapitel 3) sowie das Studiendesign (in Kapitel 4) folgende Forschungsfragen für die vorliegende Arbeit hervor:

1. *„Wie können komplexe Inhalte des Themas Stadtklima aufbereitet werden, damit sie von Schüler*innen besser verstanden werden?“*
2. *„Wie gelingt eine Implementierung des interdisziplinären Themas ‚Stadtklima‘ im zdi-Schülerlabor?“*
3. *„Welche Unterrichtsform führt bei einer Fortführung des Projekts in der Schule zu einem vertieften Wissensstand und einer Vernetzung des am außerschulischen Lernort Gelernten?“*

Daraus lassen sich folgende Hypothesen ableiten:

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Hypothese: Das Projekt, insbesondere das fächerübergreifende Modul, führt zu einer Verbesserung des Wissens über das Stadtklima bei den Schüler*innen.</i> 2. <i>Hypothese: Das Projekt (im Allgemeinen) führt zu einer Verbesserung des vernetzten Denkens.</i> |
|---|

3. *Hypothese: Eine anschließende (themenzentrierte) Projektarbeit in der Schule ist (für eine gute Vernetzung der Inhalte) förderlicher als ‚schulischer Unterricht‘ zum Thema.*
4. *Hypothese: Die Zusammenarbeit von der Universität und Schulen ist förderlich für Schüler*innen und Studierende.*

Die oben genannten Hypothesen werden durch die Erhebung und Analyse der Daten in der Studie geprüft sowie in Kapitel 7 dieser Arbeit diskutiert und bestätigt bzw. verworfen.

1.3 Verortung des Projekts

Diese Arbeit und das dazugehörige K.Ö.L.N.-Projekt sind größtenteils im zdi-Schülerlabor der Universität zu Köln (Mittelstufenlabor) verortet und verankert. Ein weiterer Teil des Projekts lebt von der Kooperation mit Schulen und wurde für die vorliegende Arbeit im Erzbischöflichen Gymnasium Liebfrauenschule in Köln (kurz: Liebfrauenschule) durchgeführt. Im Folgenden wird zuerst auf Schülerlabore im Allgemeinen, dann auf das zdi-Schülerlabor eingegangen. Im Kapitel 4.2.3 finden sich weitere Informationen zur Liebfrauenschule.

1.3.1 Außerschulischer Lernort: Schülerlabor

In den letzten 15 Jahren sind immer mehr Schülerlabore entstanden. In Deutschland gibt es inzwischen annähernd 300 Lern- bzw. Schülerlabore in verschiedenen Institutionen, wie Universitäten, Industrie- und Technologiezentren (<http://www.lernortlabor.de/home.html>, letzter Zugriff: 24.10.17). Die Zahl dieser außerschulischen Lernorte steigt seit den unzureichenden Ergebnissen deutscher Schüler*innen in den naturwissenschaftlichen Fächern (besonders in Physik und in Chemie) bei der PISA-Studie im Jahr 2000 kontinuierlich an.

Vorwiegend stehen Themen aus der Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT-Fächer) bei diesen Laboren in Vordergrund. Ein weiterer Schwerpunkt wird auf das selbstständige Experimentieren gelegt. Darüber hinaus formulierten Engeln und Euler (2004) für Schülerlabore folgende gemeinsame Ziele:

- „Interesse und Aufgeschlossenheit der Jugendlichen für Naturwissenschaften und Technik fördern;

- Selbstständige Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen aktivieren;
- Ein zeitgemäßes Bild von Naturwissenschaften und Technik und ihrer Bedeutung für die Gesellschaft vermitteln;
- Gelegenheiten schaffen, Tätigkeitsfelder und Berufsbilder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich kennen zu lernen.“

(Engeln & Euler, 2004, S. 45).

Euler, Schüttler & Hausmann (2015) haben diese Liste überarbeitet und um einige Punkte erweitert (Euler et al., 2015). Des Weiteren sehen Euler et al. (2015) die Ideenwelt (minds-on) und Erfahrungswelt (hands-on) der Schüler*innen im Labor in Wechselwirkung, sodass Kognition, Kreativität und Gestaltungs- und Handlungskompetenzen gefördert werden. Für das Voranbringen der ‚Bildung für nachhaltige Entwicklung‘ sind sie prädestinierte Orte (Hempelmann, 2016). Die oben genannten Ziele sind stark schülerbezogen. Guderian & Priemer (2008) ergänzen lehrerbezogene, forschungsbezogene und institutionsbezogene Ziele, wie zum Beispiel:

- „Angebot von Lehrerfortbildungen (...),
- Generelle Nutzung des Schülerlabors als ‚didaktische Werkstatt‘ mit Möglichkeiten zur Entwicklung, Erprobung und Evaluierung naturwissenschaftlich-didaktischer Konzepte (...),
- Förderung des Dialogs zwischen Wissenschaft und Gesellschaft (...).“

(Guderian & Priemer 2008. S. 28)

Trotz gleicher Ziele ist eine große inhaltliche und konzeptuelle Vielfalt unter den Laboren gegeben, sodass sie sich auch nach Funktion und bestimmten Kriterien kategorisieren lassen (Haupt et al., 2013).

Hinter den Schülerlaboren steckt in der Regel ein konstruktivistischer Grundgedanke. Sie sind Orte des Handelns, an denen versucht wird, an das Alltagswissen der Schüler*innen anzuknüpfen. Sie haben unter anderem den Anspruch authentisch, motivierend, Interesse weckend, sozial förderlich, kognitiv wie motorisch aktivierend, kreativ und herausfordernd zu sein. Geht man von der Self-Determination-Theory (SDT) (Deutsch: Selbstbestimmungstheorie) nach Richard M. Ryan und Edward L. Deci (2000) aus, hängt

Motivation davon ab, in wie weit beim Ausüben eines Verhaltens diese drei psychologischen Grundbedürfnisse befriedigt werden:

- Teambildung, Zugehörigkeit (soziale Einbindung)
- Selbstwirksamkeit (Kompetenzen)
- Selbstregulierung: „Ich kann das alleine.“ (Autonomie)

Diese intrinsische Motivation und die Selbstbestimmungstheorie haben eine wichtige Bedeutung für die Bildung langfristiger Verhaltensweisen, was wiederum Konsequenzen für die Gestaltung optimaler Lernumgebungen hat. Schülerlabore bieten diesen Raum und die Möglichkeit diesen drei psychologischen Bedürfnissen nachzukommen.

Bestimmte Schülerlabore bieten die Möglichkeit, Lehr- und Lernprozesse zu verbessern. Besonders im Zusammenhang mit der Lehrer*innenbildung sind große Potenziale vorhanden: Zum Beispiel können Lehramtsstudierende in einem geschützten Raum und an kleinen Schülergruppen ihre Lehrfähigkeiten testen und üben. Sie können eigene Konzepte, Projekte und Lernprodukte entwickeln und Abschlussarbeiten mit selbst durchgeführten, empirischen Studien dort verankern. Für die Schüler*innen ist es eine Möglichkeit, sich ohne (Leistungs-)Druck außerhalb der gewohnten Lernumgebung auszuprobieren. Lehrer*innen können sich inspirieren lassen, Materialien und Methoden an die Hand bekommen und versuchen, die vorgestellten Themen in den eignen Unterricht einzubinden.

1.3.2 Schülerlabore und Gender

Laut Engeln & Euler (2004) und Euler et al. (2015) gelingt es in Schülerlaboren, Mädchen wie Jungen fast gleichermaßen anzusprechen und ihr Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Inhalten zu wecken, sodass kaum ein ‚Gender-Gap‘ vorhanden ist. Während Hattie (2008) in seiner Studie feststellt, dass das Geschlecht nur einen geringen Effekt auf das Lernen hat, zeigt die IPN-Interessenstudie, dass Mädchen eher den Interessensbereichen ‚Gesellschaft‘ oder ‚Mensch und Umwelt‘ zuzuordnen sind und weniger dem Bereich ‚Physik und Technik‘. Auch die ROSE-Studie (2004, 2010) stellt beispielsweise Unterschiede in den Interessen und Berufswünschen zwischen Mädchen und Jungen fest. Gender und Genderunterschiede sind zwar kein Hauptaugenmerk dieser Arbeit, sie sollen dennoch nicht außer Acht gelassen werden. Ob es bei dieser Studie Unterschiede zwischen den Geschlechtern gibt, wird später in den Ergebnissen und deren Interpretation (siehe bspw. Kapitel 7.2) diskutiert.

1.3.3 Wirksamkeit von Schülerlaboren

Im Zusammenhang mit der Wirksamkeit von Schülerlaboren wird vor allem die Langzeitwirkung auf das Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern in einigen Untersuchungen angezweifelt (Guderian, 2007). Andere empirische Untersuchungen zeigen zumindest eine kurz- bis mittelfristige Einstellungsänderung gegenüber den Naturwissenschaften und dem Fach Technik bei den Schüler*innen (Euler et al., 2015). Zum Beispiel untersucht die Studie von Itzek-Greulich (2014), „die kurz- und mittelfristige Interessenentwicklung von Schüler*innen bezüglich eines Faches oder Fächer der Naturwissenschaften“, mit dem Ergebnis, dass Schülerlabore das Interesse kurz- bis mittelfristig wecken und das Selbstkonzept in den Naturwissenschaften steigern (Itzek-Greulich, 2014, S. 17).

1.3.4 Status Quo - Schülerlabore

Inzwischen besuchen jährlich rund eine halbe Million Schüler*innen die Schülerlabore, welche „sich als spannende Arbeitsfelder mit hohem Alltagsbezug“ präsentieren (<http://www.lernortlabor.de>, letzter Zugriff 24.10.17). Sie gelten als wirksame außerschulische Lernorte zur Förderung naturwissenschaftlicher Bildung (Euler et al., 2015) und das Experimentieren gilt lehrmethodenübergreifend als wichtige Methode und als Medium (Pawek, 2009). Es gibt heute bereits große Netzwerke zwischen Schülerlaboren und Schulen, sodass die Vernetzung von Schulpraxis und universitärer (Lehrer*innen-)Bildung qualitativ voranschreitet (Euler et al., 2015). Neben den üblichen Besuchstagen werden gemeinsam Projekte initiiert und Kooperationen geschlossen. „Viele Schülerlabore haben lange Wartelisten und müssen interessierte Klassen abweisen. Die Erfolgsgeschichte der Labore spiegelt den gesellschaftlichen Bedarf an derartigen außerschulischen Angeboten, die komplementär zum etablierten formalen System vorwiegend informelle Bildungsprozesse anstoßen und den Unterricht anreichern und vertiefen.“ (Euler et al., 2015, S. 761)

1.3.5 Das zdi-Schülerlabor der Universität zu Köln

In Nordrhein-Westfalen gibt es etwa 75 Lern- und Schülerlabore (<https://www.schuelerlabor-atlas.de/schuelerlabore/in/Nordrhein-Westfalen>, letzter Zugriff: 25.10.17). Zu der Offensive ‚Zukunft durch Innovation. NRW‘ (kurz: zdi) gehören rund 44 zdi-Netzwerke und 50 zdi-Schülerlabore, unter anderem das der Universität zu Köln, die jährlich etwa 300.000 Schüler*innen erreichen (<http://www.zdi-portal.de/netzwerk/das-ist-zdi/> ,letzter Zugriff: 25.10.17). Mit Themen wie Klimawandel, Energieversorgung etc. will die Offensive frühzeitig Schüler*innen über MINT-Zugänge für gesellschaftlich relevante Themen sowie für Ausbildungen und Studiengänge im MINT-Bereich interessieren (<http://www.zdi-portal.de/netzwerk/das-ist-zdi/>, letzter Zugriff: 25.10.17). Hierbei dienen die Schüler*innen, Lehrer*innen, Eltern, Studierende und Mitarbeiter*innen als Multiplikatoren.

Die Universität zu Köln betreibt neben dem Mittelstufenlabor mit einigen Trägern und Initiativen eine Reihe von anderen (Lehr-Lern-)Laboren, die aber hier keine weitere Rolle spielen. Das zdi-Schülerlabor wurde Ende 2010 unter dem Motto ‚Unser Raumschiff Erde‘ von den Departments für Physik, Chemie und naturwissenschaftliche Didaktiken gegründet. In diesem Lehr-Lern-Labor sind die Leitthemen die Sensoren, Ökosphäre, Sonne und Wasser. Mit dem Standort im IBW-Gebäude auf dem Campus der Humanwissenschaftlichen Fakultät befindet es sich im Herzen der Kölner Lehramtsausbildung. Heute ist das Labor fest integriert und hat unter der Koordination von Markus van de Sand einen Platz unter dem Dach der Competence Labs der ‚Zukunftsstrategie Lehrer*innenbildung‘ (ZuS) (<http://zdi-schuelerlabor.uni-koeln.de>, letzter Zugriff: 25.10.2017). Bis Juni 2017 hatten nahezu 8.000 Schüler*innen das Mittelstufenlabor besucht (van de Sand, 2017).

Anfangs war die Beteiligung am Programm des Schülerlabors für die Studierenden oft freiwillig. Seit mehr als 4 Jahren ist die Beteiligung für Lehramtsstudierende mit dem Fach Physik Teil des Studiums. In Form von einem Begleitseminar und als Übungen zur Vorlesung ‚Einführung in die Fachdidaktik Physik‘ lernen die Studierenden mit Schüler*innen zu experimentieren (<https://klips2.uni-koeln.de>, letzter Zugriff: 25.10.17). Sie lernen fachwissenschaftliche Inhalte zu den Themen Wasser, Klima, Boden, Astrophysik etc. didaktisch zu reduzieren, aufzubereiten und den Schüler*innen auf dem passenden Niveau zu vermitteln. Auch andere Institute wie die Biologie- und Geographiedidaktik nutzen das Labor für die Lehramtsausbildung.

2 Fachwissenschaftliche Analyse – Stadtklima (Kölns): Stadt, Klima, Forschung

Wetter und Klima stehen im engen Zusammenhang, sie werden mit denselben messbaren Größen, zum Beispiel Temperatur, Niederschlag, Wind etc., beschrieben (Saurer, 2009). Wetter ist ein chaotisches System mit einer limitierten Vorhersagbarkeit von etwa 14 Tagen und kurzfristigen Geschehnissen in der Atmosphäre auf Zeitskalen von Minuten, Stunden oder Tagen an einem bestimmten Standort (Latif, 2009). Klima dagegen bezieht sich auf längere Zeiträume und kann als statistische Angabe des Wetters für einen Standort sowie für größere Gebiete betrachtet werden. In der Regel werden verschiedene Klimaelemente über einen Zeitraum von 30 Jahren aufgezeichnet und gemittelt (Latif, 2009; Henniger, 2011). „Eine inhärente Eigenschaft des Klimas ist seine Trägheit, (...). Deshalb treten viele Auswirkungen der anthropogenen Klimaänderung nur langsam in Erscheinung.“ (Latif, 2009, S. 15). „Die Trägheit und die Möglichkeit der Irreversibilität sind wichtige Gründe für vorausschauendes Handeln. Die heute messbaren Änderungen zeigen in keiner Weise das volle Ausmaß der bisher durch Menschen verursachten Klimaänderungen.“ (Latif, 2009, S. 15).

In der Vergangenheit wurde das Klima in der Wissenschaft häufig als „Atmosphäre“ bezeichnet, während man heute eher von Klimasystem(en) oder Klima spricht. Im (globalen) Klimasystem sind interne Einflüsse und Wechselwirkungen der Bio-, Kryo-, Pedo-, Hydro- und Atmosphäre zu beobachten und zu messen (Schönwiese, 2003). Auch externe Einflüsse, wie der Kontinentaldrift, Sonneneinstrahlung und aus ökologischer Perspektive auch der Mensch, machen sich bemerkbar (Schönwiese, 2003).

Dieses (Makro-)Klima, welches die globale Zirkulation bzw. Atmosphäre, Klimazonen und -typen beschreibt, nimmt Einfluss auf das lokal und regional geprägte (Stadt-)Klima. Besonders Faktoren wie die geographische Breitenlage, die Klimazone, Topographie, die Entfernung zur Küste, aber auch die Klimaelemente wie Temperatur, Niederschlag, Wind, Strahlung, Bewölkung und weitere spielen eine Rolle und prägen das (Stadt-)Klima (Glawion et al., 2013). Hierbei wirken die Klimafaktoren großräumig auf die Werte der Klimaelemente (Glawion et al., 2013).

Je nach Auftreten und Gewichtung dieser Klimafaktoren und -elemente ergibt ihr vielfältiges Zusammenwirken ein hoch komplexes Klimabild für jede Stadt (Henniger, 2011). Es spielen aber auch Einflussfaktoren und Steuerungsgrößen, wie Einwohneranzahl, Grad der

Versiegelung, Emissionen, die dreidimensionale Gebäudestruktur und Beschaffenheit der Oberflächen eine Rolle (Henninger, 2011).

Im klimatologischen Skalenbereich nimmt das Stadtklima eine Sonderstellung im meso- bis mikroklimatischen Bereich innerhalb der Geländeklimatologie bzw. des Regional- und Lokalklimas ein (Henninger, 2011). Allerdings kann dieses spezielle Klima einer Stadt zeitweilig vom Makroklima und der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation überlagert werden, etwa durch extreme Wetterlagen wie Orkane, Starkregen etc. (Sauerborn & Wolf, 2003; Kuttler, 2008).

Letztendlich werden Städte, aufgrund ihrer Komplexität, durch den Klimawandel stärker als andere Raumtypen beeinflusst und müssen sich den Veränderungen entsprechend anpassen, was in der Literatur auch als ‚urbane Klimavulnerabilität‘ bezeichnet wird (Oßenbrügge & Bechtel 2010).

2.1 Stadtklima: Definition und Charakteristika

„Die Bedeutung der Stadt für die Entwicklung der Gesellschaft wird bereits in der Antike deutlich (...)“ (Henninger 2011, S. 38). Schon im Rom von vor 2000 Jahren lebten etwa 1,0 bis 1,5 Millionen Menschen, die durch ihre hohe Konzentration an einem Ort zur ökologischen Belastung führten. Aber erst Hippokrates verbindet etwa 400 v. Chr. zum ersten Mal ‚Stadt‘ mit ‚schlechter Luft‘ (Heidorn, 1978; Fezer, 1995). Auch Schriften wie ‚Stadtplanung und Klimabedingungen‘ von Vitruvius (75 v. Chr. – 26 v. Chr.) und ‚Luftverschmutzung in Rom‘ von Horaz (ca. 24 v. Chr.) gehen auf das Klima in Rom vor über 2.000 Jahren ein (Henninger, 2011).

Im Jahre 852 n. Chr. spricht man in London ebenfalls von ‚schlechter Luft‘ (Fezer, 1995). Der Engländer Luke Howard beschreibt im Jahre 1818 einen ‚Mittelwert der Wärmeinsel‘ in London und weist durch erste systematische Untersuchungen sowohl im Sommer als auch im Winter einen Temperaturunterschied zwischen London und dem Umland der Stadt nach (Howard, 1833; Fezer, 1995; Oßenbrügge & Bechtel, 2010).

Der Begriff ‚Stadtklima‘ wird in den 1840-iger Jahren von dem Österreicher Adalbert Stifter in einem Aufsatz zur Beschreibung der Merkmale des Großstadtklimas verwendet. Das erste Buch über das Stadtklima schreibt Albert Kratzer im Jahre 1937 (Fezer, 1995). In den USA schreibt Landsberg im Jahre 1981 das Buch ‚The Urban Climate‘ (deutsch: Das Stadtklima), in dem er sich auf Kratzer beruft (Fezer, 1995).

Henninger (2011) beschreibt das ‚Stadtklima‘ als klimatische und lufthygienische Modifikationen des Geländes, wenn das Gebiet anthropogen überprägt wurde. Aufgrund der überbauten Fläche durch künstliche Materialien sind besonders die Großstädte mit ihren stark strukturierten Gebäudekomplexen klimatisch von ihrem unbebauten Umland zu unterscheiden (Henninger, 2011).

„Insbesondere Großstädte mit ihren stark strukturierten Gebäudekomplexen können als vom Menschen geschaffenes gegliedertes Relief bzw. reliefiertes Gelände betrachtet werden. Da es sich um mit künstlichen Materialien überbaute Flächen handelt, verursacht die Stadt im Vergleich zu seinem unbebauten Umland sowohl lokalklimatische Veränderungen als auch lufthygienische Modifikationen. Diese lokalklimatische Besonderheit wird im Allgemeinen unter dem Begriff ‚Stadtklima‘ zusammengefasst.“

(Henninger, 2011, S. 63)

Einer der größten Unterschiede zwischen Städten bzw. urbanen Regionen und ihrem (ländlichen) Umland ist der Temperaturunterschied.

Der Tagesgang der Temperaturen in der Stadt ist moderater als im Umland (Henninger, 2011). Das heißt: In der Stadt sinken die Temperaturen nicht so stark ab wie im Umland und es dauert abends und nachts länger, bis sie absinken (im Umland fangen die Temperaturen bei Sonnenuntergang an abzusinken). Dies hat zur Folge, dass die Temperaturunterschiede zwischen Stadt und Umland stärker ausgeprägt sind. Im mitteleuropäischen Raum kommt es daher, besonders im Winter, zu hohen Unterschieden.

2.1.1 Wärmeinseln

In Städten treten in der Regel höhere Temperaturen als im Umland auf, es bilden sich Wärmeinseln aus. In der Literatur und Forschung spricht man daher von „städtischen Wärme- bzw. Hitzeinseln“ (Kuttler, 1998, 2004, 2006, 2008, 2011; Henninger, 2011; Sauerborn & Wolf, 2003; Fezer, 1995; Goudie, 1994; Schönwiese, 2003; etc.). Auch die Abkürzung aus dem Englischen ‚UHI‘ für ‚Urban Heat Island‘ wird häufig verwendet (Kuttler, 2008; Oßenbrügge & Bechtel, 2010; Henninger, 2011). Da heutzutage bekannt ist, dass die städtische Überwärmungsschicht Lücken und Unterbrechungen aufweisen kann, oder gar mehrere einzelne Überwärmungsgebiete entstehen können, sprechen einige Forscher*innen (z.B.

Henninger, 2011; Matzarakis, 2001) anstatt von Hitzeinsel(n) von einem ‚(Hitze-)Archipel‘ oder ‚Mosaik‘.

Die Temperaturunterschiede zwischen Stadt und Umland können hierbei zwischen 0,5 und 12 Kelvin (K) schwanken, wobei für die Stadtatmosphäre mitteleuropäischer Großstädte maximale UHI-Werte von bis zu 10 K angegeben werden (Kuttler, 2008).

Abhängig von den strukturellen Verhältnissen der Stadt nimmt die Intensität der Hitzeinseln meistens vom Stadtrand zum Zentrum hin zu (Henninger, 2011; Schönwiese, 2003; Fezer, 1995; Goudie, 1994; Kuttler, 1998; etc.). Es ist eine horizontale (positive) Temperaturdifferenz ($\Delta t = t_{\text{Stadt}} - t_{\text{Umland}}$) sowie ein streckenbezogener horizontaler Temperaturgradient ($\Delta t_{\text{Stadt - Umland}} / \Delta x_{\text{Stadt - Umland}}$) zu verzeichnen (Henninger, 2011). Schematisch gesehen können die Werte eine glockenartige Kurve über der Stadt bilden.

Vertikal lassen sich oberirdisch drei Überwärmungsbereiche unterscheiden (Henninger, 2011):

- Bodenwärmeinsel (anhand von Oberflächentemperaturen gemessen),
- Stadthindernisschichtwärmeinsel (durch mobile Lufttemperaturmessungen auf mittlerer Dachhöhe oder stationär gemessen),
- Dynamische Stadtgrenzschichtwärmeinsel (mit Vertikalsondierungen und Fernerkundungsverfahren gemessen).

Im Untergrund findet sich durch die Ableitung von Wärme, aufgrund der physikalischen Eigenschaften der Baumaterialien und der Oberflächen, ein vierter Überwärmungsbereich in Stadtgebieten (Henninger, 2011). Da diese ‚unterirdischen Wärmeinseln‘ einige Meter in den Boden reichen, ist gegebenenfalls auch eine Überwärmung des Grundwassers festzustellen (Henninger, 2011).

Die Hauptursachen für die Bildung städtischer Wärmeinseln sind die geringe Wärmekapazität C (= thermische Energie/Temperaturänderung = $Q/\Delta T$) des verwendeten Baumaterials, ein hoher Versiegelungsgrad, wenige Vegetations- und Wasserflächen, anthropogene Wärmequellen, Verkehr, der schlechte Abtransport von Wärme und Emissionen aufgrund der dreidimensionalen Baustruktur, die Wetterlage und topographische Gegebenheiten (Henninger, 2011; Kuttler, 2008; Schönwiese, 2003).

Zur Entstehung von Wärmeinseln kann es wie folgt kommen: Als Hauptenergiequelle gelangt ein Teil der Sonnenstrahlung auf die Erdoberfläche. Der andere Teil wird in der Atmosphäre gestreut, reflektiert oder absorbiert. Die energiereiche, kurzwellige Strahlung (UV-Licht und sichtbares Licht), die die Erdoberfläche und somit auch Oberflächen der Stadt erreicht, wird wiederum zum Teil reflektiert und zum Teil absorbiert. Die erhöhte Luftverunreinigung durch

Emissionen und (Staub-)Partikel führt zu mehr diffuser (Rück-)Strahlung und ist beteiligt an der Verstärkung des lokalen Treibhauseffekts. Zwar ist die Menge an Strahlung, die den Boden einer Stadt erreicht, um bis zu 10 % geringer als im nicht bebauten Umland (Henninger, 2011), allerdings kann aufgrund der oft erhöhten Bewölkung und der Schadstoffmengen (vor allem Kohlenstoffdioxid) weniger Wärmestrahlung zurück ins Weltall entweichen. Es kommt zur Verstärkung des Treibhauseffekts. In der Regel ein natürlicher und notwendiger Vorgang in der Atmosphäre, welcher Leben auf der Erde überhaupt ermöglicht. Dieser sonst ‚natürliche‘, von Treibhausgasen geförderte Effekt, ist hauptsächlich in den letzten zweihundert Jahren durch den erhöhten Kohlenstoffdioxidausstoß der Menschen verstärkt worden, was man auch als den ‚anthropogenen‘ Treibhauseffekt bezeichnet. Von den Treibhausgasen hat Kohlenstoffdioxid (CO₂) den höchsten Temperatureffekt, was wiederum zu der Bildung von Wärmeinseln beiträgt. In der Stadt gibt es weitere Besonderheiten, die das Abstrahlen und Entweichen der Wärme behindern können, zum Beispiel fehlende Ventilationsbahnen oder Inversions-Wetterlagen.

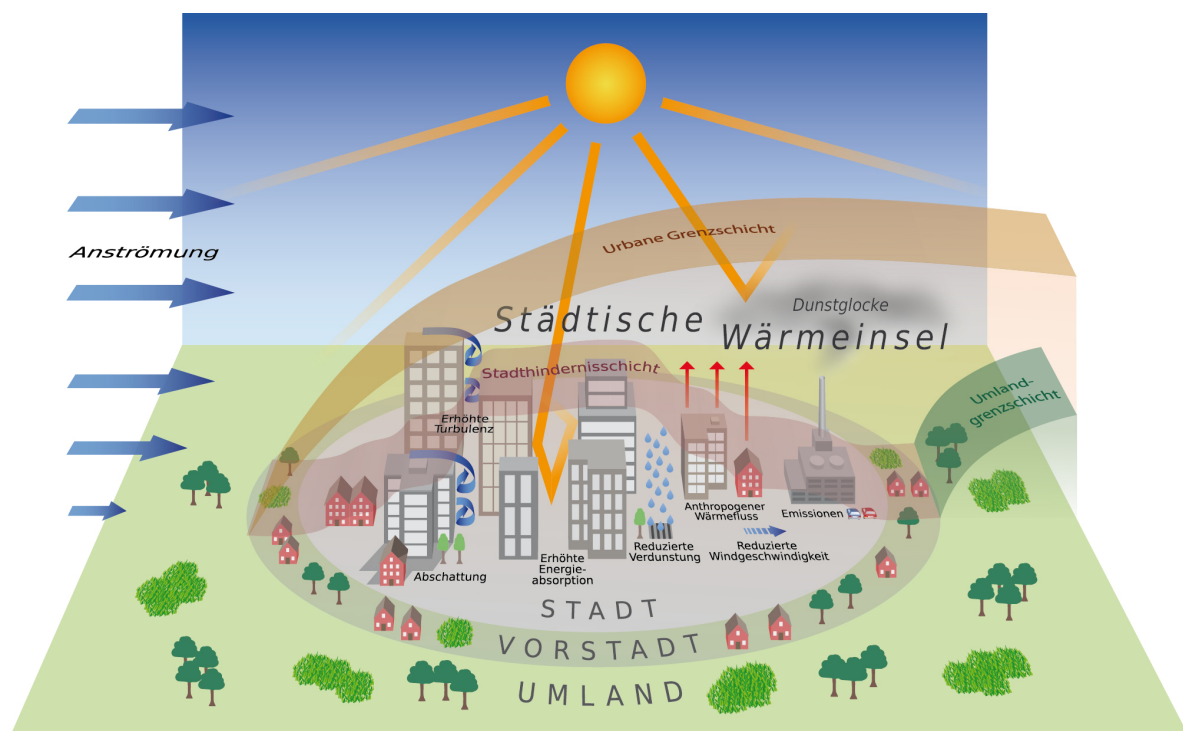


Abb. 4: Schema einer Stadt unter Einfluss von Stadtklima-Elementen. Quelle: DWD, https://www.deutschesklimaportal.de/SharedDocs/Bilder/DE/Thema_Stadtklima/Stadtklima_Bild_1_Einflussfaktoren_150302.png;jsessionid=FE3C2E96C855FE58101689DF924FB1C1.live21301?_blob=poster, letzter Zugriff: 04.12.2019.

Hitzeinseln sind nicht ausschließlich ein Phänomen in Groß- und Megastädten. Sie können auch kleine Städte betreffen. Untersuchungen zeigen, dass es, auch in den unterschiedlichen Kulturräumen, einen positiven Zusammenhang zwischen der Einwohnerzahl und der maximalen Wärmeinselintensität (UHI_{max}) gibt (Henninger, 2011). Hitzeinseln sind nicht nur ein interessantes Phänomen für Stadtökologen, sondern beispielsweise auch für Mediziner aufgrund der gesundheitlichen Beeinträchtigungen für die Bevölkerung.

2.2 (Stadt-)Klimaforschung

„Die Klimaforschung ist aus der Wetterforschung hervorgegangen. Die Wetterforschung befasst sich mit der Entstehung, Verlagerung und der Vorhersage einzelner Wetterelemente, (...)“ (Latif, 2009, S. 11.). Klimaforschung ist an der Gesamtheit eines Phänomens sowie dessen quantitativen und qualitativen Vorkommen und (zukünftigen) Auswirkungen interessiert (Latif, 2009).

Vor über 40 Jahren gibt es die ersten Synergien zwischen Klimatologen, Stadtplanern und Architekten mit dem Ziel, ihre Erkenntnisse auf die Stadtbebauung anzuwenden und somit das Klima zu bessern (Latif, 2009). Indem die Charta von Aalborg aus dem Jahre 1994 unter anderem Bezug auf die Probleme innerhalb des Ökosystems Stadt nimmt, macht sie einen ersten Schritt in Richtung einer Konzeption allgemeiner Leitfragen bzw. Handlungsempfehlungen für eine umweltverträgliche (und somit nachhaltige) Stadtentwicklung (Charta von Aalborg, 1994; Henninger, 2011). Um diesen Handlungsempfehlungen nachzukommen mussten die obengenannten Synergien weiterentwickelt und Forschung gefördert werden.

Bei der Stadtklimaforschung wurde zunehmend ein Fokus auf die fundamentalen Prozesse gelegt, welche das Stadtklima erzeugen, und nicht nur auf die sich daraus ergebenden Effekte des Stadtklimas (Souch & Grimmond, 2006). Die „Diskussionen um das Klima in der Stadt werden durch die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels stetig vorangetrieben und so erfährt die Stadtklimaforschung vor allem in den letzten 10 Jahren einen deutlichen Bedeutungszuwachs.“ (Henninger, 2011). Es wird vermutet, dass in städtischen Regionen über die Intensität und Geschwindigkeit des Klimawandels entschieden wird, da über 70 % der anthropogenen Treibhausemissionen aus ihnen stammen (Oßenbrügge & Bechtel, 2010). Dies hat (heute) zur Folge, dass in Neubaugebieten und bei der Neuplanung von Städten (vor allem

in China etc.) verstärkt auf bestimmte Faktoren wie Energieverbrauch, Infrastruktur und Baumaterial geachtet wird.

Um die Lebensqualität in Städten und urbanen Regionen zu verbessern, muss allgemein überlegt werden, wie mit Problemen, wie wachsende Einwohnerzahlen, Verschmutzung, CO₂-Ausstöße, Emissionen und Energieverbrauch umgegangen wird und wie sie gelöst werden können. So kommen Oßenbrügge und Bechtel in ihrem Beitrag von 2010 zum Schluss, dass es „hohe wissenschaftliche und politisch-planerische Anstrengungen (bedarf), Städte ‚klimagerecht‘, das heißt nach Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung umzubauen.“. Ziel sollte die Entwicklung hin zur ‚Ecopolis‘ sein, einer zukunftsfähigen, intelligenten, ökologisch handelnden und flexiblen Stadt (Girardat, 2012). Oder zur nachhaltigen Stadt (ökonomisch wie sozial), welche Reusswig (2012) mit einer vernetzten, verstehenden und lernenden Stadt gleichsetzt. Eine Beschäftigung mit den (Klima-)Elementen, Faktoren und dem dynamisch-komplexen System des Stadtklimas ist notwendig, um ein besseres Verständnis zu erwirken. Dies verdeutlicht und begründet ebenfalls die Notwendigkeit sich nicht nur wissenschaftlich, sondern auch bildungswissenschaftlich sowie didaktisch mit dem Thema zu befassen und vor allem Schüler*innen in Städten mit dem Klima ihrer realen Lebenswelt vertraut zu machen.

2.3 Stadt(-historie) und Verstädterung

Schaut man in die Literatur, findet man keine einheitliche oder allgemein geltende Definition von ‚Stadt‘. Heineberg (2014) schreibt, dass „die Stadt sich weder im Rahmen der Stadtgeographie noch interdisziplinär und erst recht nicht international oder global sowie historisch eindeutig definieren“ lässt.

Henninger (2011) beschreibt nach Frick (2011) einige grundlegende soziale, ökonomische, ökologische und bauliche Merkmale von Städten, zum Beispiel, dass Städte Lebens- und Organisationsformen sind mit einem hohen Maß an Kommunikation und dadurch Innovationen begünstigen. Sie bringen Arbeitsteilung und Produktivität mit sich und akkumulieren auf engstem Raum energetische und materielle Ressourcen (Henninger, 2011) Sie sind eine Konzentration von Gebäuden, technischen Anlagen und Pflanzungen (Henninger, 2011). „Städte erfüllen auf relativ kleinem Raum äußerst vielfältige Funktionen, die für den zivilisatorischen Fortschritt von Bedeutung sind.“ (Hellberg-Rode, 2001, S. 85). Eine hohe Bedeutung fällt ihnen somit in Hinblick auf die Entwicklung ihres Landes, Innovationen,

Ressourcen, Technik und vielem mehr zu, die aber sowohl positive als auch negative Auswirkungen haben können.

Heineberg (2014) zufolge können dem Stadtbegriff verschiedene Bestimmungskriterien zu Grunde gelegt werden. Außerdem sind in vielen hochverstädterten Gebieten die Übergänge zwischen städtischen und ländlichen Siedlungen fließend (das so genannte Stadt-Land-Kontinuum) (Heineberg, 2014). Während Städte statistisch gesehen beispielsweise über ihre Einwohnerzahl, Dichte oder Fläche definiert werden (Heineberg, 2014), enthält die geographische Perspektive auf den Stadtbegriff mehr Merkmale. Heineberg nennt unter anderem die Größe (zum Beispiel nach Einwohnern), die hohe Wohn- und Arbeitsplatzdichte, eine hohe Bebauungsdichte mit überwiegend mehrstöckigen Gebäuden zumindest im Kern, (Bevölkerungs-)Wachstum, hohe Verkehrswertigkeit mit Einpendlerüberschuss und weitgehend künstliche Umweltgestaltung mit zum Teil hoher Umweltbelastung (Heineberg, 2014). Aus diesen und weiteren Merkmalen auch in variierenden Kombinationen kann der geographische Stadtbegriff definiert werden.

Laut Schönwiese (2003) stellt die Stadt den massivsten Eingriff der Menschheit in das Regionalklima dar und die steigende Weltpopulation führt zu einem höheren Urbanisierungs- bzw. Verstädterungsgrad.

Im Jahr 2001 lebten bereits über zwei Drittel der deutschen Bevölkerung in Städten (Hellberg-Rode, 2001). Untersuchungen der Vereinten Nationen zeigen, dass seit etwa 2007 mehr Menschen auf der Erde in städtischen als in ländlichen Gebieten leben (siehe Abb. 5). Ihre Prognose geht davon aus, dass im Jahre 2050 bereits mehr als 65 Prozent und im Jahre 2100 etwa 85 Prozent der Erdbevölkerung in städtischen Gebieten leben werden (siehe Abb. 5).

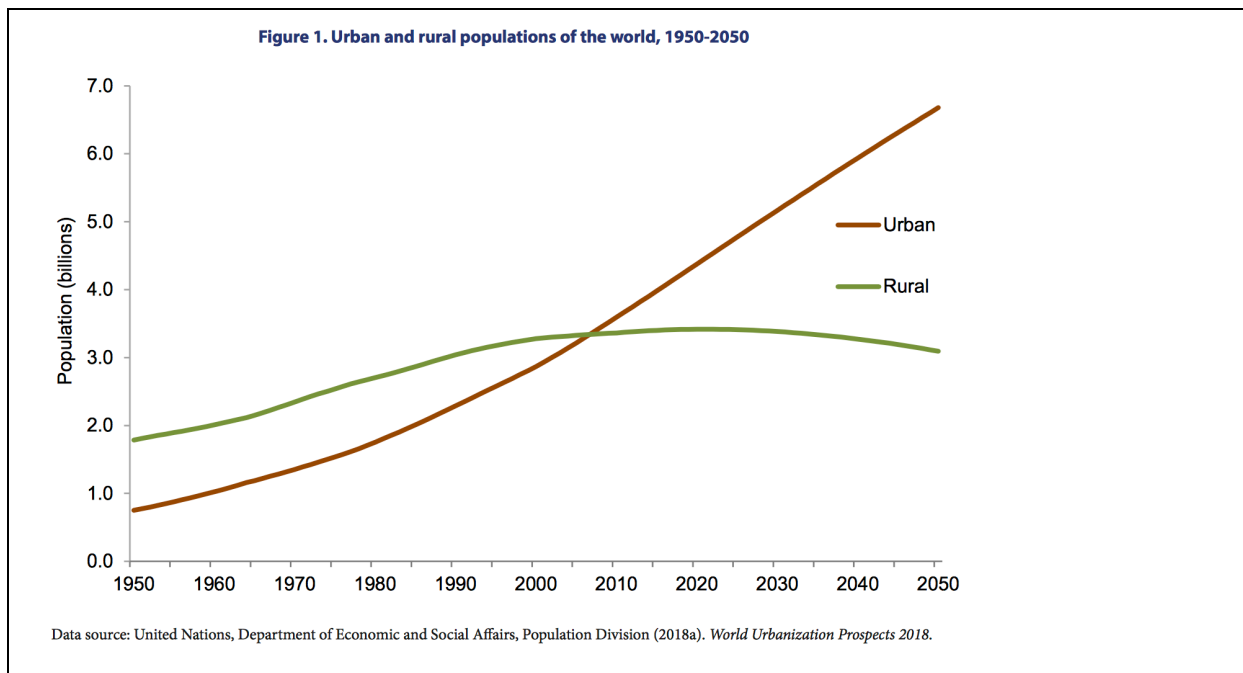


Abb. 5: Urbane und ländliche Bevölkerung auf der Welt von 1950-2050.

Quelle: Vereinte Nationen (UN) (2019). *World Urbanization Prospects*. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>, S. 5, letzter Zugriff 19.12.2019

2.4 Die Stadt Köln

Vermutlich wurde die heutige Stadt Köln 19 v. Christus von den Römern gegründet (http://www.koelnwiki.de/wiki/Das_mittelalterliche_Köln, Zugriff: 30.03.2017). Im Jahre 50 nach Christus wurde Köln von den Römern unter den Namen ‚Colonia Claudia Ara Agrippinensium‘ zur Stadt erhoben (Wiktorin, D., Blenck, J., Nipper, J., Nutz, M., & Zehner, K., 2001). Die Stadtfläche betrug damals 122 Hektar. Im Hoch- und Spätmittelalter (Anfang des 13. Jahrhunderts) war Köln mit etwa 40.000 Einwohnern die größte Stadt im Römisch-deutschen Reich. Sie wuchs so schnell, dass die Stadtbefestigung mehrfach erweitert werden musste, so dass sie schließlich im Spätmittelalter auch flächenmäßig zu den größten Städten Europas gehörte, (http://www.koelnwiki.de/wiki/Das_mittelalterliche_Köln, Zugriff: 30.03.2017). Eine Ringmauer (heute führt eine Ringstraße hier entlang) umgab zu dieser Zeit die Stadt mit einer Fläche von 401 Hektar.

Ab 1815 (die Bevölkerung lag bei etwa 50.000 Einwohnern) gehörte Köln als Teil des Rheinlands zum Königreich Preußen und war nach Berlin die wichtigste Stadt im Reich (<https://de.wikipedia.org/wiki/Köln>, Zugriff: 03.04.2017). Während der Zeit des Kaiserreichs (bis 1918) stieg die Einwohnerzahl um mehr als 500.000

(https://de.wikipedia.org/wiki/Einwohnerentwicklung_von_Köln, letzter Zugriff: 03.04.2017).

Zu dieser Zeit wurde die Stadt ebenfalls erweitert. Im Bereich der heutigen Inneren Kanalstraße und des inneren Grüngürtels verlief die preußische Umwallung und begrenzte die Stadtfläche auf 1.006 Hektar. Im Jahre 1888 wuchs die Stadtfläche sprunghaft durch Eingemeindungen auf 11.133 Hektar und danach flächenmäßig immer weiter durch Eingemeindungen auf ihre heutige Fläche von 40.516 Hektar (oder 405,16 km²) (Amt für Stadtentwicklung und Statistik, 2013).

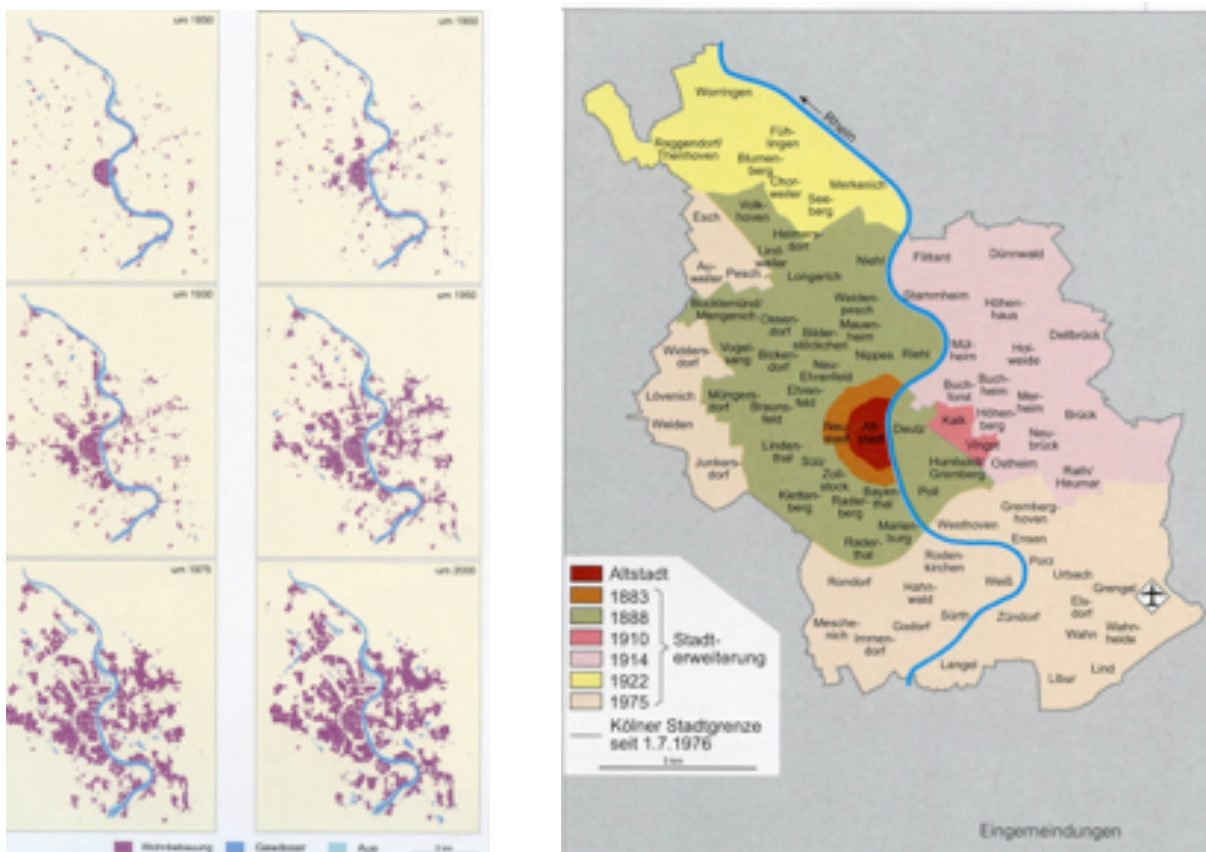


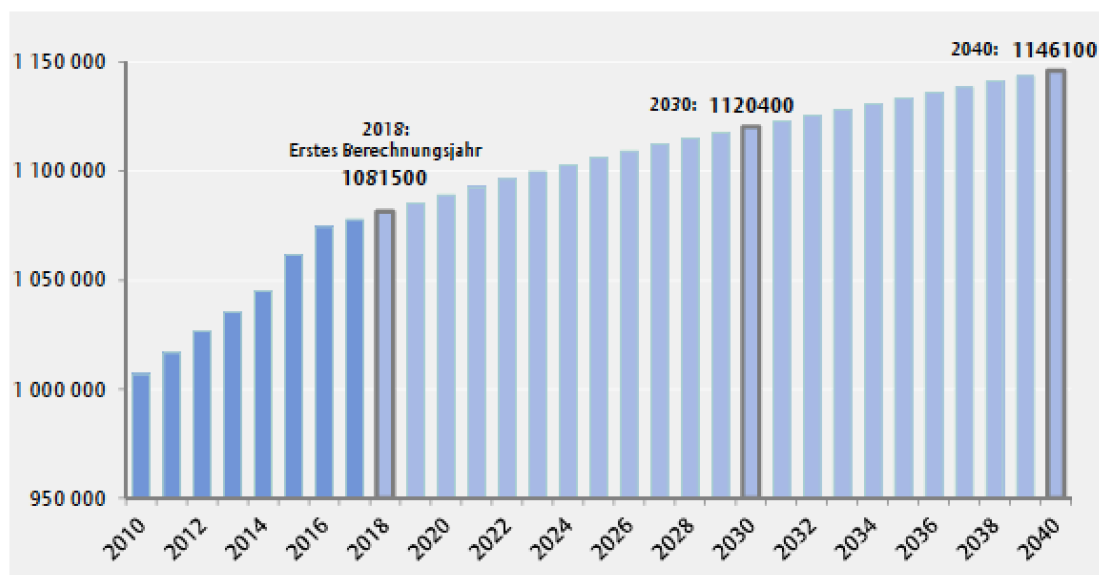
Abb. 6 + 7: 6) Flächenmäßige Ausdehnung der Stadt Köln von 1850 bis 2000; 7) Eingemeindungen bzw. Stadterweiterungen Kölns seit 1883. Quelle: Bauwens-Adenauer (2010). Der Masterplan für Köln.

Auf Grund des Ersten und Zweiten Weltkrieges schwankte die Einwohnerzahl der Stadt im 20. Jahrhundert erheblich. In den siebziger Jahren wuchs die Bevölkerung zum ersten Mal auf über eine Million. Ursachen hierfür waren wahrscheinlich Eingemeindungen und die Folgen geburtenstarker Jahrgänge. Nachdem die Einwohnerzahl in den achtziger Jahren sank, ist Köln seit dem Jahr 1991 wieder eine Millionenstadt (Amt für Stadtentwicklung und Statistik, 2019).

2.5 Köln heute

Im Juli 2019 titeln mehrere Online-Medien „Köln wächst (...)“ (verschiedene Onlineartikel, z.B. <https://www.stadt-koeln.de/artikel/64272/index.html>, letzter Zugriff: 31.07.19, siehe Internetquellenverzeichnis). Alle Artikel berichten über die steigenden Einwohnerzahlen und über die Prognosen für das Jahr 2040. So wird ein Bevölkerungswachstum von fast 16 % in Köln erwartet. In Zahlen bedeutet das ein Wachstum von etwa 1,089 Millionen (Stand 2018) auf 1,25 Millionen (Prognose für 2040) Einwohner*innen. Aktuell sind die zwei Hauptgründe für diesen Trend zum einen stärkere Geburten- als Sterbezahlen und zum anderen der höhere Zuzug in die Stadt als der Wegzug aus der Stadt.

Grafik 2 Ergebnisse der Bevölkerungsentwicklung in Köln 2010 bis 2040
(Bevölkerung mit Hauptwohnsitz)



Quelle: Stadt Köln – Amt für Stadtentwicklung und Statistik

Abb. 8: Bevölkerungsprognose für Köln 2010 bis 2040. Quelle: Stadt Köln – Amt für Stadtentwicklung und Statistik (2018), Screenshot von Seite 8: <https://www.stadt-koeln.de/artikel/64272/index.html>, letzter Zugriff: 31.07.2019.

Das ‚Statistische Jahrbuch Köln 2018‘ zählt bereits 1,084 Millionen Einwohner (Amt für Stadtentwicklung und Statistik, 2019), was vergangene Prognosen von etwa 1,06 Millionen übersteigt und auch die errechnete Prognose für 2018 in der oberen Grafik übersteigt. Köln gehört zum größten Agglomerationsraum Deutschlands und ist in diesem eine der beliebtesten Städte.

Steigende Einwohnerzahlen bedeuten nicht nur Druck auf dem Wohnungsmarkt, sondern auch auf den Verkehr, die Ver- und Entsorgung und somit auf die Umwelt und das Klima. Ohnehin schon vorhandene Belastungen steigen, da voraussichtlich mehr Emissionen ausgestoßen werden, mehr Abwärme produziert wird, Frei- und Vegetationsflächen dem (Wohnungs-)Bau zum Opfer fallen und sich somit der Stadtklimaeffekt verstärkt. Als größte Stadt am Rhein kämpft Köln schon mit diesen Problemen, welche die ‚livelihood‘, die Lebensbedingungen, und die ‚livability‘, die Lebensqualität, in der Stadt gefährden.

2.6 Geographie, Makro- und Mikroklima der Stadt Köln

Die nach Einwohnern viertgrößte Stadt Deutschlands, nach Fläche drittgrößte und die größte Stadt am Rhein, hat am weltbekannten Dom, mitten in der Stadt, etwa die geographischen Koordinaten 50°56' nördliche Breite und 6°57' östliche Länge (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV, 2013). Die mittlere Geländehöhe der Stadt beträgt etwa 50 Meter über Normalnull (NN), wobei die Geländehöhen im Stadtgebiet zwischen 35 und 110 Meter über NN variieren (Kobmann, 2012).

(Makro-)Klimatisch liegt sie in einer Übergangszone zwischen den von ozeanischen und den von kontinentalen Waldklima geprägten Räumen der ‚Gemäßigten Zone‘ Europas. In der Regel bedeutet dies, dass der Kölner Raum von kühlen Sommern, milden Wintern und Feuchte geprägt ist. Durch die Nähe zur Nordsee (ein Randmeer des Nordatlantischen Ozeans), die Distanz beträgt etwa 300 Kilometer, ist das Klima eher maritim als kontinental geprägt und zählt somit klimatisch gesehen zu den Gunsträumen Europas.

Landschaftlich gesehen, liegt Köln im Norddeutschen Tiefland angrenzend zum Mittelgebirgsland im bevölkerungsreichsten Bundesland Nordrhein-Westfalen (kurz: NRW). Die Großstadt liegt in der Kölner Bucht, die den südöstlichen Teil der Niederrheinischen Bucht bildet. Westlich der Kölner Bucht liegt die Ville und im Osten die Höhenzüge des Bergischen Landes (Wiktorin et al., 2001) (siehe Abb. 9).

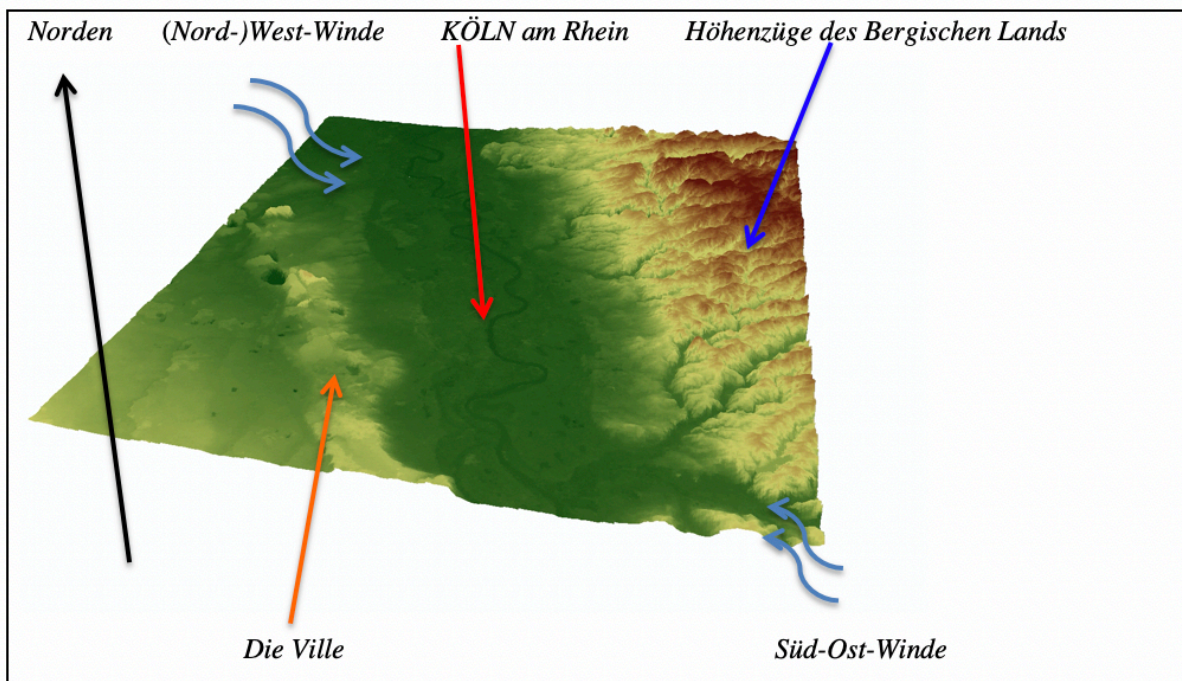


Abb. 9: Kölner Bucht. Nach Frederik von Reumont anhand der Daten des Katasteramts der Stadt Köln. Verändert von Cristal Schult 03.04.2017.

Die Buchtlage mit dem Rheintalverlauf und den flankierenden Höhenzügen ändert das Klima der Stadt Köln gegenüber dem regionalen Klima in Hinsicht auf Niederschlagsmengen sowie Wind- und Feuchteverhältnisse ab (LANUV, 2013). Durch die Buchtlage kann es besonders im Herbst und Winter zur (austauscharmen) Inversionslage kommen, bei der sich Nebel und Emissionen über der Stadt ansammeln und Wärmeausstrahlung verhindern (Fezer, 1995).

2.6.1 Kölns grüne Lungen

Zur Zeit der preußischen Verwaltung war Köln eine Festungsstadt mit einem äußeren Festungsrayon, welcher aus zwölf Forts bestand (Kölner Grün Stiftung, 2013). Nach dem Ersten Weltkrieg musste Köln den Festigungscharakter aufheben, was die Möglichkeit zur Umgestaltung dieser Flächen bot. Konrad Adenauer, damals Kölner Oberbürgermeister, war die soziale, stadthygienische und stadtgestalterische Bedeutung der Grüngürtel bewusst.

Durch Gesetze schaffte Adenauer die Voraussetzungen für den Erwerb von 3.300 ha Fläche. Er verpflichtete den Stadtplaner Fritz Schumacher, der das „berühmt gewordene Bild des Gesamtsystems der Kölner Grüngürtel“ entwickelte (Kölner Grünstiftung, 2013, S. 23)

Theodor Nußbaum erstellte den Gesamtentwurf, der realisiert und im Jahre 1929 fertiggestellt wurde.

Neu war die „Schaffung eines doppelten Ringsystems mit der radialen Verknüpfung untereinander und mit der Landschaft nach außen.“ (Kölner Grün Stiftung, 2013, S. 23).



Begrünungsart, Masterplan

- Bereich mit vorrangig steinigem Charakter
- Straßentyp*
- konzentrische Straßen
- Radialstraßen
- quartiersinterne Freiraumvernetzung
- Begrünungsart*
- 2- bis 3-reihige Allee (große Bäume)
- 2-reihige Allee (kleine Bäume)
- Baumreihe
- - - - akzentuierende Einzelbäume

Abb. 10: Begrünungsplan für Köln. Quelle: Bauwens-Adenauer (2010). Der Masterplan Köln. S. 123.

Im Äußeren Grüngürtel wurden Wälder angelegt, die heute den Eindruck erwecken ganz natürlich und schon immer vorhanden gewesen zu sein. Sowohl im Inneren als auch im Äußeren

Grüngürtel finden sich weite Flächen mit Wiesen, Wasserflächen und Wasserwegen (Kölner Grün Stiftung, 2013). Heute hat der Äußere Grüngürtel eine Fläche von 2.800 ha (Kölner Grün Stiftung, 2013) und der Innere Grüngürtel eine von 120 ha um die linksrheinische Innenstadt. Die Grünflächen sorgen in Städten für ‚kühle Inseln‘ bzw. ‚urban cool islands‘ (UCI), welche durch den Sonnenstand und dem entsprechenden Schattenwurf entstehen (Henninger, 2011). Ist der Anteil an Vegetations- und Wasserflächen gering, führt dies zu einer Verminderung der Verdunstung. Der Grüngürtel bildet somit - zusammen mit den ‚radialen‘ Grünflächen - die grünen Lungen Kölns (siehe oben Abb. 10). Sie beheimaten nicht nur viele Pflanzen und Tiere, sondern sind zugleich Frischluftproduzenten, Ventilations- und Filtersysteme für die Stadt-(Luft). Der Leiter des Grünflächenamts, Dr. Joachim Bauer, sagt: „Er (der Grüngürtel) ist heute sowohl stadtstrukturell, klimatisch, ökologisch als auch im Hinblick auf die Erholungsnutzung von unschätzbarem Wert für die Großstadt Köln.“ (Kölner Grün Stiftung, 2013, S. 222). Das Kölner Grünsystem ist einzigartig und von ungeheurer Bedeutung für das Stadtklima.

2.6.2 Wind und Ventilation in Köln – Luft für die Kölner

Die Stadt und ihre Umgebung liegen zwar in der Westwindzone, doch genießen sie durch die Buchtlage und das angrenzende Bergische Land großen Windschutz im Vergleich zu anderen Teilen des Norddeutschen Tieflands. Die vorhandenen Winde, meist aus Südost und teilweise aus Nordwest, werden oft in Richtung des Rheintales abgelenkt. Die Winde (aus Südost) werden vorher durch Höhenzüge kanalisiert (höhere Windgeschwindigkeiten) und breiten sich in der Kölner Bucht und in der Stadt aus, was zu einer Reduktion der Windgeschwindigkeiten und zur Verlangsamung des Luftaustausches bzw. der Luftzirkulation führt.

An der Wetterstation am Flughafen Köln-Bonn wird am häufigsten Wind aus süd-östlicher Richtung gemessen und am zweit häufigsten aus westlicher und nord-westlicher Richtung. „Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit am Flughafen liegt bei 3,2 m/s, ein typischer Wert für freie Lagen der Niederrheinischen Bucht.“ (LANUV, 2013, S. 18). In der Stadt kann die Windgeschwindigkeit deutlich abnehmen. Niedrigere Windgeschwindigkeit führt zu einem schlechteren Austausch der Luft und somit zu einem schlechteren Abtragen der Schadstoffe und der Hitze aus der Stadt. Eine stärkere Bebauung verstärkt diesen Effekt in der Regel. Aufgrund der dreidimensionalen Baustruktur, vor allem in Großstädten, kann es aber in der Stadt zum Auftreten sehr unterschiedlicher Windgeschwindigkeiten und Strömungsverhältnissen kommen, da der Wind durch den Boden und Gebäuden abgebremst,

kanalisiert oder in verschiedene Richtungen gezwungen wird. Daher ist es im Windschatten eines Gebäudes fast windstill, während um die Ecke vor oder am Gebäude vorbei hohe Windgeschwindigkeiten und eine starke Böigkeit herrschen können.

Köln verfügt auf Grund seiner Verkehrswege und vor allem seiner Freiflächen über einige Ventilationswege. Die großen Straßenzüge und Grünanlagen der Ring- und (halb-)radialen (Infra-)Struktur des linksrheinischen Stadtgebietes erlauben einen Luftaustausch bis in die Innenstadt hinein. Hinzu kommt die große Fläche des Rheins, der auf Höhe der Kölner Altstadt etwa 400 m breit ist. Er wirkt wie ein Abkühlungskörper und eine Frischluftschneise mitten durch die Stadt.

2.6.3 Niederschlag und Versiegelung in Köln

Die Niederschlagsmengen steigen in Köln von (Süd-)West nach (Nord-)Ost an. Dies ist eine Auswirkung der angrenzenden Höhenzüge, vor allem der Staueffekte im Bergischen Land, wo sich Wolkenfronten häufig abregnen. Hier kann es zu Niederschlagsmengen von 1.200 mm im Jahr kommen, im Gegensatz zu 750 mm Niederschlag am westlichen Stadtrand (LANUV, 2013). In Untersuchungen wurde herausgefunden, dass „fast alle Starkniederschlagsereignisse im hydrologischen Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) zu verzeichnen waren.“ (LANUV, 2013, S. 23). Das obere Klimadiagramm (siehe Abb. 11) zeigt, dass in dieser Zeit in der Regel ebenfalls am meisten Regen fällt.

Knapp über die Hälfte des Kölner Stadtgebiets wird aus nicht versiegelten Flächen, wie landwirtschaftlichen Flächen, Grün-, Wasser- und Waldflächen, zusammengesetzt. Der Rhein bildet mit fast 5 % der Fläche die größte Wasserfläche der Stadt. Über 32 % der versiegelten Flächen sind bebaut und weitere 16,4 % sind Verkehrsflächen (Amt für Stadtentwicklung und Statistik, 2018). Durch diese Versiegelung kann es zu Problemen bei starken Niederschlägen kommen, vor allem, „wenn es vorher eine Zeit lang überhaupt nicht geregnet hat. Statt zu versickern, fließt das Wasser dann großflächig über (die versiegelten Flächen und) den harten, trockenen Boden. Auch die trockenen Grünflächen können es dann nicht aufnehmen. Ein erhöhtes Risiko besteht in besonders dicht besiedelten Stadtteilen mit hoher Bodenversiegelung. Das Wasser folgt dabei immer der Schwerkraft und überflutet somit tiefer liegende Bereiche zuerst.“ (<https://www.steb-koeln.de/hochwasser-und-ueberflutungsschutz/starkregen-und-sturzfluten/starkregen-und-sturzfluten.jsp>, letzter Zugriff: 24.05.2017). In den letzten Jahren standen immer wieder Straßen aufgrund von (vermehrten)

Starkregenereignissen unter Wasser. Vor allem in stark versiegelten Stadtteilen konnte das Wasser nicht schnell genug abfließen.

2.6.4 Temperatur in der Stadt

Sträter, Straub & Wurzler (2010) beschreiben für Nordrhein-Westfalen (und somit für Köln) im Zeitraum von 1901 bis 2008 einen Temperaturanstieg von etwa 0,1 K pro Jahrzehnt. Für den Zeitraum von 1979 bis 2008 liegt der Trend höher und befindet sich im Mittel bei etwa 0,5 K pro Jahrzehnt für NRW (Sträter, Straub & Wurzler, 2010) und damit überdurchschnittlich höher als die von dem Intergovernmental Panel on Climate Change (kurz: IPCC) ermittelte Temperaturzunahme (im Zeitraum 1979 bis 2005) von 0,29 bis 0,34 K pro Dekade für Landflächen in der nördlichen Hemisphäre (Sträter, Straub & Wurzler, 2010).

Die untere Abbildung zeigt ein Klimadiagramm für die Stadt zwischen den Jahren 1971 und 2000. Hier ist die Jahresmitteltemperatur mit 10 °C angegeben und die Niederschlagsmenge beträgt 798 mm (Messstation Köln-Wahn, siehe Diagramm).

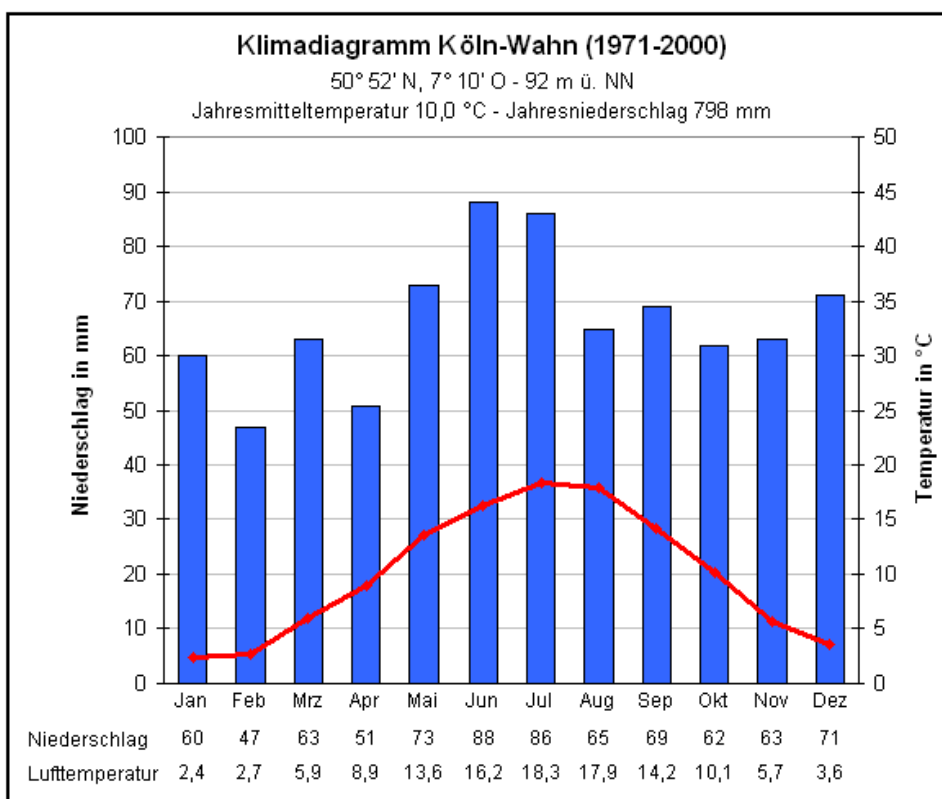


Abb. 11: Klimadiagramm für Köln-Wahn von 1971 bis 2000. Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Klima_Köln-Wahn.PNG, Zugriff: 01.08.2019

Des Weiteren ist erkennbar, dass die mittlere jahreszeitliche Temperaturschwankung 16 K bzw. 16,3 K beträgt. Dies spiegelt die oben beschriebenen milden Winter und kühlen Sommer wider. Die Klimadiagramme zeigen im Vergleich für Köln eine steigende mittlere Temperatur, welche auch den Prognosen (für die Auswirkungen) für den globalen Klimawandel in (West-)Deutschland entsprechen, wobei es bei den Temperaturen in Köln einen deutlichen und signifikanten Trend gibt (LANUV, 2013, S. 20 f.).

Im Mittel ist mit einer Zunahme von 1,6 K bis 3,1 K in den nächsten siebzig Jahren in NRW zu rechnen (Straub, Sträter & Wurzler, 2010). Dieser Trend scheint sich schneller zu entwickeln, als gedacht, denn im Jahr 2018 gab es in Köln bereits eine mittlere Temperatur von 11,8 °C, eine Abweichung von +1,5 K zum langjährigen Mittel von 1981 – 2010 (<https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/monatswerte-station.asp>, letzter Zugriff: 26.06.2019). Dies hat mehr Sommer- und heiße Tage sowie tropische Nächte zur Folge, bei gleichzeitiger Abnahme von Frost- und Eistagen.

2.6.5 Wärmeinseln in Köln

Auch in Köln kommt es zur Ausbildung städtischer Wärmeinseln. „Der städtische Wärmeineffekt, das heißt der Temperaturunterschied zwischen der (überwärmten) Innenstadt und dem (kühleren) Umland ist eine lange bekannte Auswirkung und ein Maß für den Stadtklima-Einfluss.“ (LANUV, 2013, S. 53). Besonders bei Inversionswetterlagen, also austauscharmen Wetterlagen bei denen tagsüber eine hohe Einstrahlung und nachts stark negative Strahlungsbilanzen bei geringem Luftaustausch herrschen, wird die Ausbildung von Wärmeinseln begünstigt.

Profilfahrten durch Köln zeigen, dass in der Innenstadt und den dicht besiedelten Gebieten der Stadt oftmals Temperaturen von mehr als 7 oder 8 K gegenüber der Peripherie und entlang des Grüngürtels herrschen können. Laut Kuttler (2011) ist eine maximale Wärmeinselintensität (UHI_{max}) in den Monaten März bis Oktober im Laufe der Nacht zu erwarten. Um UHI_{max} zu ermitteln wird, oft die Einwohnerzahl herangezogen. So gilt für Mitteleuropa nach Oke (1973):

$$UHI_{max} = 2,01 \log(E) - 4,06$$

UHI_{max} : maximale Wärmeinselintensität einer Stadt in K
E: Einwohner der Stadt

Abb.: (LANUV, 2013, S. 53).

Für Köln ergibt sich demzufolge bei entsprechender Wetterlage ein Wert von $UHI_{\max} = 8 \text{ K}$. Ende Mai 2012 konnten allerdings in mehreren Nächten zwischen den Kölner Messstationen Agrippabad (Innenstadt) und Dellbrück (Stadttrand) Temperaturunterscheide von 9,5 - 10,5 K gemessen werden. Bis dahin war man davon ausgegangen, dass die maximale Wärmeintensität einer Millionenstadt in Mitteleuropa zwischen 8 und 9 K liegt. Diese Annahme wurde nach den Messungen in Köln auf über 10 K modifiziert (LANUV, 2013, S. 54).

In Köln gibt es nicht nur oberirdische Wärmeinseln, sondern auch unterirdische. Balke (1974) hat die Temperaturen des Grundwassers unter Köln gemessen und diese Werte in eine Karte eingetragen (Fezer, 1995). „Die Isothermen verlaufen konzentrisch um den Stadtkern und ähneln sehr einer Isothermenkarte der Luft.“ (Fezer, 1995, S. 61).

Durch die weitere Zunahme der Sommertage und heißen Tage in der Stadt in den nächsten Jahrzehnten wird die Bildung von Wärmeinseln verstärkt und es kommt durch die Hitzebelastung zu einem veränderten sowie unangenehmen Bioklima für den Menschen.

Der globale Klimawandel wird in Mitteleuropa voraussichtlich eine Verstärkung der oben genannten Aspekte zur Folge haben. Der zusätzliche durchschnittliche Temperaturanstieg wird zu einer Vervielfachung der Sommertage ($T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$) und - voraussichtlich - zu höheren Sterblichkeitsraten aufgrund von zu hoher Wärmebelastung führen (Kuttler 2008; Souch & Grimmond, 2006).

2.6.6 Stadtklimaforschung (Wetter- und Klimabeobachtung) in Köln

In Köln wurden seit Anfang des 19. Jahrhunderts (ab dem Jahr 1806) durch Privatleute Messungen und Beobachtungen zum Klima der Stadt dokumentiert (Gableske, 1985). Die Meteorologen der Universität zu Köln untersuchen seit den 1930iger Jahren den Einfluss der Großstadt auf ihr eigenes Klima (Gableske, 1985). Im Jahre 1956 machte Kratzer anhand feststehender Messstationen erstmals Untersuchungen zum Kölner Stadtklima mit dem Ziel, Stadt und Land zu vergleichen. Es folgten viele Arbeiten und Untersuchungen zum Stadtklima Kölns, zum Beispiel von Gableske im Jahre 1985 (Wiktorin et al., 2001) und die Arbeiten von Behnke (1977) oder Zeuner (1981), welche in Kooperation zwischen dem Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln und dem Amt für Umweltschutz der Stadt Köln entstanden (Gableske, 1985). Ab dem Jahr 1981 gab es in Köln ein Netz mit zehn Messstationen, welche die Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und –geschwindigkeit und die Strahlungsbilanz maßen (Gableske, 1985).

Laut dem Deutschen Wetterdienst (DWD) gibt es im Jahre 2010 zwei fest bestehende Messstationen des DWDs, zehn temporäre Stationen des DWDs und vier temporäre Stationen des LANUVs, welche weiterhin die gleichen Daten messen (http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimawirk/stadtpl/projekt_koeln/stadtpl_koeln_node.html, letzter Zugriff 04.04.2017). Zusätzlich messen die Stadtentwässerungsbetriebe (StEB) mit ca. zwanzig Stationen die Niederschlagsmengen.

Mittlerweile gibt es viele Modelle, Untersuchungen und Projekte, die sich mit dem Monitoring, der Analyse, Prognosenerstellung und -darstellung stadtklimatologischer Fragestellungen befassen. Das Stadtklimamodell MUKLIMO_3 des Deutschen Wetterdienstes ist eines davon, welches in Verbindung mit Klimabeobachtung, langjährigen Klimamessreihen und unter Nutzung der ‚Quadermethode‘ von Klimaforschern verwendet wird um das (Stadt-)Klima Kölns zu untersuchen (LANUV, 2013).

Welche theoretischen und didaktischen Aspekte bei der Aufbereitung dieser fachwissenschaftlichen Fakten und Erkenntnisse für Schüler*innen zu beachten sind, werden unter anderem im folgenden Kapitel 3 dargelegt.

3 Theoretischer (didaktischer) Hintergrund

„Die Probleme unserer Welt sind zahlreich und offensichtlich nicht einfach zu lösen, denn dann wären sie gelöst.“ (Dörner, 2010, S. 293).

Der Mensch neigt dazu die Welt als zusammengesetzte Kausalkette zu sehen, was sich auf seine Fähigkeit auswirkt, Probleme zu bewältigen. „Frederic Vester (1976, 1978, 1980) beklagt, dass Menschen nicht in Systemen denken, und fordert und fördert ‚vernetztes‘ Denken, Denken ‚innerhalb der realen Wechselbeziehungen der Dinge. Ein Denken, das den naturgesetzlichen Gegebenheiten entspricht und damit nicht mehr so leicht zu so gewaltigen Fehlern führen kann, wie wir sie mit dem bisherigen isolierten Fachdenken (...) zunehmend begangen haben‘ (Vester 1980: 489).“ (Dörner, 2010, S. 294).

Hilmar Geibert fasst im Rahmen der Umwelterziehung die Stadt unter „vom Menschen geschaffene Ökosysteme“ auf. In seinen neun Thesen zur Verbesserung der Umwelterziehung (in der Schule) verweist er bereits auf viele wichtige Aspekte, die heute weiterhin im Unterricht, an außerschulischen Lernorten und beim Wissenserwerb eine wichtige Rolle spielen. Da die didaktische Beschäftigung mit dem Stadtklima im weitesten Sinne unter Umwelterziehung

gefasst werden kann, folgen hier einige modifizierte Beispiele aus Geiberts Thesen (Hellbrück & Fische, 1999):

- Die Umwelterziehung zielt auf die *Produktion von Verhaltenseinstellungen*, auf die *Entwicklung von Wert- und Beurteilungsmaßstäben* (heute als Kompetenzen aufzufassen) (...) und ist ohne Handlungsbezug und ohne Einbindung *affektiver Komponenten* wenig sinnvoll. (...).
- Da sie Handlungsmöglichkeiten für Schüler*innen benötigt, muss sie auf die *unmittelbare Umgebung bzw. Lebenswelt der Schüler*innen* hin angelegt sein. (...). Als *handlungsorientierte Unterrichtsformen* bieten sich an: *Fallstudien, Projekte*, (...) und besonders *Experimente*. (...).
- Sie ist grundsätzlich *fächerübergreifend*. (...). „Die *komplexen Systeme*, um die es hier geht, schließen natürliche, gesellschaftliche und technische Teilsysteme und Sachverhalte in gleicher Weise ein, (...). Es kommt deshalb darauf an, immer wieder, über die Fachgrenzen hinausgehend, die verschiedenen Aspekte miteinander zu verbinden. (...).
- „(...) *Motivation* in der schulischen Umwelterziehung hat an der *realen, individuellen Lebenssituation* der Schüler*innen anzusetzen. Ohne persönliche Betroffenheit keine Motivation im (geo-)ökologischen Unterricht und ohne Motivation keine Erfolge!“
- „(...) Die Möglichkeit zur *individuellen Wert- und Verhaltensorientierung* verleihen der Umweltthematik eine hohe Motivationskraft.“. Damit einhergehend können die *Bewertungs- und Beurteilungskompetenz* gefördert werden.

Die modifizierten Beispiele zu Geibert's Thesen beinhalten viele Aspekte (oben kursiv gekennzeichnet), die im K.Ö.L.N.-Projekt eine Rolle spielen und mit den grundlegenden Zielen des Projekts übereinstimmen. Vor allem die Aspekte in Kursivschrift sind hier von Bedeutung. Da Themen wie ‚Stadtklima‘ nicht verpflichtend im Lehrplan stehen, können sie öfter wegfallen, obwohl sie viele Vorteile mit sich bringen. Vorteilhaft sind der Umgang mit Komplexität, die Beschäftigung mit dem lebensnahen Raum sowie Realbegegnungen, die Möglichkeit interdisziplinär sowie projektbezogen zu arbeiten oder die Stärkung der raumbezogenen Identität in allen drei Komponenten: kognitiv, affektiv und konativ (Reißmann, 1998; Schult, Bresges & Schäbitz, 2013).

In diesem Kapitel geht es um die theoretischen und didaktischen Grundlagen, die bei diesem Thema und Projekt eine Rolle spielen. Neben den Bildungsstandards und Kompetenzen werden hier das vernetzte Denken, der Umgang mit Komplexität, Experimente und Modelle thematisiert.

3.1 Bildungsstandards und der Kompetenzbegriff

Die heutigen Lehrpläne der weiterführenden Schulen sind eng gestrickt und lassen wenig Raum für alternative Unterrichtsformen, größere Projektarbeiten und interdisziplinäres Arbeiten. Die Umorientierung nach dem ‚PISA-Schock‘ im Jahre 2000 hin zum ‚Kompetenzbegriff‘ bringt per Definition (siehe unten) ein Desiderat nach mehr Problemlösefähigkeit sowie Handlungsorientierung mit.

Weinert definiert Kompetenzen als *„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“* (Weinert, 2001, S. 27 f.).

Hartwig & Klieme (2006) beschränkten sich in ihrer Beschreibung von Kompetenz auf die kognitiven Dimensionen.

Budke & Kanwischer (2015) beschreiben Kompetenzen (und Kompetenzerkennung/-messung) als „Möglichkeiten, eine Situation erfolgreich zu bewältigen und erst aus dem Akt des Problemlösens wird ersichtlich, inwiefern die jeweilige Kompetenz vorhanden ist.“

Blömeke, Gustafsson & Shavelson (2015) erläutern zwei Perspektiven des Kompetenzbegriffes: Die holistische, welche eine komplexe Eigenschaft beschreibt und die analytische Sichtweise, welche sich auf verschiedene Bestandteile (kognitive, affektive, konative oder motivationale) von Kompetenzen bezieht. „Kompetenz umfasst dementsprechend komplexe, intellektuelle Eigenschaften mitsamt affektiver Motivation, welche einer beobachtbaren Ausführung oder Verhalten zugrunde liegt.“ (Blömeke et al., 2015, S. 6).

„Kompetenzen haben eine motivationale und emotionale Dimension.“ (Maier, 2017, S. 56). Sie sind außerdem erlernbar, können geübt und erweitert werden, was für die Intelligenz weniger

zutrifft. Kompetenzen sind domänenspezifisch definiert und beziehen sich auf ein bestimmtes Fachgebiet (Lesen, Mathematik, Naturwissenschaften).

Allerdings ist laut Maier (2017, S. 57) „der Begriff zwar für viele gesellschaftliche Diskussionen anschlussfähig, es fehlen jedoch genaue Definitionen und diagnostische Verfahren zur Messung von Kompetenz.“ Viele Autoren (Hartig & Frey 2013; Maier 2017, u.a.) weisen auf diese fehlenden Definitionen, offenen Fragen bei der Definition sowie die Eindimensionalität als Konstrukt und in der Modellierung hin. Auch die Testverfahren für Kompetenzen sind von diesen Merkmalen geprägt. Es geht bei Kompetenzen nicht um die Wiedergabe von Wissen, sondern vielmehr um die Anwendung von Fachwissen und sie sind nur in Anwendungssituationen messbar (Maier, 2017).

„Bildungsstandards sind Festlegungen zu Kompetenzen, über die Schülerinnen und Schüler verfügen, wenn wichtige Bildungsziele als erreicht gelten sollen. Kompetenzen und Standards beschreiben also hier anzustrebende Lernergebnisse der Schüler bis zum Erwerb des Mittleren Schulabschlusses.“ (Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG), 2014, S. 8). Sie legen beispielsweise auch fest, was Aufgaben für Schüler*innen leisten sollen (Leisen, 2015). Im K.Ö.L.N.-Projekt haben die Schüler*innen vielfältige Aufgaben zu bearbeiten, die herausfordernd sind und inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen fördern.

Obwohl das Thema ‚Stadtklima‘ der Geographie zugeschrieben wird, werden hier neben den Bildungsstandards für Geographie auch die für die Physik hinzugezogen. Zum einen, weil dort hilfreiche Standards (zum Beispiel zum Thema Experimentieren) etabliert sind und zum anderen, weil es viele Überschneidungen mit der physischen Geographie gibt. Das Fach Physik kann hier außerdem als Repräsentant für die anderen Naturwissenschaften, Chemie und Biologie, betrachtet werden, da der Aufbau der Bildungsstandards dieser drei Fächer sehr ähnlich ist und es viele Parallelen in den Basiskonzepten gibt.

Im Folgenden werden Auszüge aus den Bildungsstandards der Geographie und Physik mit Augenmerk auf wichtige Aspekte für diese Arbeit betrachtet, zum Beispiel wie und wo werden Experimente, Systemdenken etc. bedacht.

3.1.1 Ein Blick in die Bildungsstandards für das Fach Geographie

In den Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss, herausgegeben von der ‚Deutschen Gesellschaft für Geographie‘ (DGfG) im Jahre 2014, wird darauf hingewiesen, dass „die Basiskonzepte im Geographieunterricht für Schülerinnen und

Schüler die Grundlagen eines systematischen Wissensaufbaus unter fachlicher und gleichzeitig lebensweltlicher Perspektive bilden.“ (DGfG, 2014, S. 12). Diese Konzepte dienen als Basis für die vertikale Vernetzung des erworbenen Wissens und für die horizontale Vernetzung von Wissen. Während bei der vertikalen Vernetzung ähnliche Strukturen und Prozesse in anderen Räumen oder Zusammenhängen entdeckt werden, werden den Lernenden bei der horizontalen Vernetzung Verbindungen zu anderen Sachverhalten und Fächern deutlich gemacht (DGfG 2014). „In den anderen naturwissenschaftlichen Fächern finden sich parallele Basiskonzepte.“ (DGfG, 2014, S. 12). Laut Maier (2017) ist das Kompetenzmodell der Geographie „fast analog zu den KMK-Standards für die drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie, Physik aufgebaut.“ (Maier, 2017, S. 74).

Statt vier findet man in den Bildungsstandards der Geographie sechs Kompetenzbereiche. Neben ‚Fachwissen‘, ‚Erkenntnisgewinnung‘ bzw. ‚Methoden‘, ‚Kommunikation‘ und ‚Beurteilung‘ bzw. ‚Bewertung‘, gibt es noch die Kompetenzbereiche ‚Räumliche Orientierung‘ und ‚Handlung‘ (DGfG, 2014). Die Standards sind darauf ausgelegt, dass Schüler*innen das Fachwissen in späteren Lebenssituationen anwenden können. Die einzelnen Kompetenzbereiche sind dementsprechend angelegt und entwickelt.

In den Bildungsstandards der Geographie finden sich weiterhin Anmerkungen zum Verständnis von Natursystemen, die im K.Ö.L.N.-Projekt im Hinblick auf die Arbeit mit dem (Stadt-)Klimasystem eine Rolle spielen. „Schülerinnen und Schüler erwerben im Geographieunterricht ein Grundverständnis der Natursysteme und der Folgen von Eingriffen. Einmünden kann dies in:

- eine Wertschätzung für eine naturnahe Umwelt,
- die Fähigkeit und Bereitschaft zum Umweltschutz,
- die Entwicklung einer Sensibilität (unter Einbeziehung anthropogener Aspekte) für die Bedrohung von Naturräumen durch den Menschen auf der einen Seite sowie die Gefährdung des Menschen durch Naturrisiken auf der anderen Seite (...),
- das Verständnis des Zusammenwirkens von natur- und humangeographischen, also von ökologischen, ökonomischen und sozialen/politischen Faktoren,

ermöglicht den Schülerinnen und Schülern die Einsicht in die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung, von der lokalen bis zur globalen Ebene, und die Fähigkeit und Bereitschaft zu entsprechendem Handeln.“ (DGfG, 2014, S. 27).

Hier kommt einem der von David Ross Brower geprägte Satz, ‚*Think globally, act locally!*‘ (Deutsch: ‚Global denken, lokal handeln!‘) schnell in den Sinn. Durch die Beschäftigung mit

sowohl globalen (z.B. der Kohlenstoffdioxidanstieg in der Atmosphäre), als auch lokalen Aspekte und Phänomene (z.B. was sind die Hauptproduzenten von Kohlenstoffdioxid in meiner Region?), werden Schüler*innen im Geographieunterricht zum Nachdenken anregt und bestenfalls zum Handeln vor der eigenen Haustür. Dieses Projekt möchte ebenfalls Schüler*innen zum Nachdenken und Handeln auf lokaler Ebene anregen und gleichzeitig den Schüler*innen eine Grundlage bieten über die lokale Ebene hinaus bis in die globale Ebene zu denken.

„Betrachtet man nun im Vergleich die Bildungsstandards und Kernlehrpläne für Nordrhein-Westfalen in den Fächern Erdkunde und Physik für die Sekundarstufe I, stellt man fest, dass das Thema ‚Stadt‘ hauptsächlich in der Geographie verankert ist. Allerdings werden Methoden wie Versuche und Datenerhebungen durch Experimente eher den Exkursionen, also außerschulischen Lernorten, statt dem Unterricht zugeordnet (DGfG, 2014). Nur im Bereich der Erkenntnisgewinnung und Methodenkompetenz (M) werden sie explizit erwähnt, insbesondere unter der Teilfähigkeit M2, die ‚Fähigkeit, Informationen zur Behandlung von geographischen/ geowissenschaftlichen Fragestellungen zu gewinnen‘ und M4, die ‚Fähigkeit, die methodischen Schritte zu geographischer/ geowissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung in einfacher Form zu beschreiben und reflektieren‘. In M2, Standard 5 steht beispielsweise: ‚Schülerinnen und Schüler können problem-, sach- und zielgemäß Informationen im Gelände [...] oder durch einfache Versuche und Experimente gewinnen‘ (DGfG, 2014).

In den Kernlehrplänen für Nordrhein-Westfalen verhält es sich ähnlich. Hier finden die Begriffe Experiment, Modell und Versuch unter MK4 und MK5 Erwähnung in den Kernlehrplänen der Real- und Hauptschule (Schulministerium NRW, 2011). Im Lehrplan für das Gymnasium kommen das Experiment und der Versuch begrifflich nicht mehr vor (Schulministerium NRW, 2007). Dabei wird in den Bildungsstandards und in den Kernlehrplänen die Vermittlung einer raumbezogenen Handlungskompetenz zur zentralen Aufgabe des Geographieunterrichts erklärt (vgl. Schulministerium NRW, 2007: 15ff).“ (Schult, 2016, S. 223 f.).

3.1.2 Ein Blick in die Bildungsstandards für das Fach Physik

Da die Physik zu den Naturwissenschaften zählt und somit unter die bildungspolitisch wichtigen Fächer fällt, wurden die Bildungsstandards von der Kultusministerkonferenz entwickelt. Wie oben bereits erwähnt, gibt es in der Physik vier Kompetenzbereiche:

Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung, welche auch in der Biologie und Chemie wieder zu finden sind. Des Weiteren werden für den Physikunterricht (analog zu den Mathematik-Standards) drei abstrakte Anforderungsbereiche definiert: Wissen wiedergeben, Wissen anwenden, Wissen transferieren und verknüpfen (Maier, 2017).

„In den Bildungsstandards und Kernlehrplänen der Physik ist das Experiment viel häufiger eingebettet und nicht nur für die Erkenntnisgewinnung von größerer Bedeutung, sondern auch für die Kommunikation und Bewertung“ (Kultusministerkonferenz, 2004). Im Kernlehrplan der Physik hat „das Experiment (...) eine zentrale Bedeutung für die naturwissenschaftliche Erkenntnismethode und somit auch eine zentrale Stellung im Physikunterricht. Im Hinblick auf die anzustrebenden prozessbezogenen Kompetenzen kommt den Schülerexperimenten eine herausgehobene Bedeutung zu.“ (Schulministerium NRW, 2011: 9). Auch im Kernlehrplan der Realschule heißt es, dass Experimente und Messungen charakteristische Bestandteile einer spezifisch naturwissenschaftlichen Erkenntnismethode und einer besonderen Weltansicht sind (vgl. ebd.). In den Bildungsstandards finden sich die Begriffe ‚Modell‘ und ‚Experiment‘ häufig wieder, beispielsweise in den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung (E4-8), Bewertung B3 und Kommunikation K3. (Kultusministerkonferenz, 2004). Das Thema ‚Stadtklima‘ findet allerdings keine explizite Erwähnung, sondern nur Prozesse, welche für das Stadtklima, dessen Phänomene und Auswirkungen eine Rolle spielen.“ (Schult, 2016, S. 224).

Ähnlich verhält es sich in den Fächern Biologie und Chemie. Um das fächerübergreifende Modul für das K.Ö.L.N.-Projekt zu erstellen, waren diese Aspekte der Bildungsstandards und Kernlehrpläne von Bedeutung. Es wird deutlich, dass die Geographie sich für dieses Projekt teilweise der Methoden anderer Fächer bedienen muss. Und zudem, dass für dieses Projekt nur eine interdisziplinäre Durchführung sinnvoll ist.

Diskurs: Fächergrenzen und Interdisziplinarität in naturwissenschaftlichen Fächern (und Stadtklima im Lehrplan)

In diesem Sinne ist es eine Überlegung wert, die stringenten und teils starren Fächergrenzen ganz oder für bestimmte Themen aufzulösen oder zumindest aufzuweichen bzw. zeitweilig zu überschreiten. Eine Anlehnung an das im englischsprachigen Raum (vornehmlich in den Vereinigten Staaten von Amerika) häufig durchgeführte Fach Science (Education) wäre denkbar. und vielleicht wäre das Fach ‚Naturwissenschaftliche Bildung bzw. Erziehung‘ sogar im Sinne der Kompetenzorientierung wünschenswert. Manche Schulen und Schulformen in

Deutschland haben bereits angefangen dieses im naturwissenschaftlichen Bereich umzusetzen, und zwar in Form des Faches Naturwissenschaften („NaWi“ abgekürzt) oder naturwissenschaftliche Kombinationskurse (auch Differenzierungskurse oder Wahlpflichtkurse genannt) wie zum Beispiel Biochemie. Allerdings fällt die Geographie hier häufig heraus, da sie in der Schulbildung den gesellschaftlichen Fächern zuordnet wird, was zur Folge hat, dass häufig die physisch-geographischen Anteile des Faches nur untergeordnet vorkommen. Außerdem wird der Unterricht in Naturwissenschaften in der Regel nur in bestimmten Jahrgangsstufen oder als Zusatzkurs erteilt, sodass entweder schon parallel oder in den anderen Jahrgangsstufen einzeln herausgegliedert Fachunterricht, beispielsweise in Biologie, stattfindet.

Neben dem Thema ‚Stadtklima‘, das nach Lehrplan oft erst in der Oberstufe Geographie im Unterricht Platz findet, bieten die naturwissenschaftlichen Fächer eine ganze Bandbreite an Themen, die interdisziplinäres Arbeiten erlauben, beispielsweise ‚das menschliche Auge‘ (Biologie, Chemie und Physik), ‚der Regenwald‘ (Geographie und Biologie), ‚(Meeres-)Strömungen‘ (Physik, Geographie und Chemie) etc. Je nachdem aus welcher Perspektive man die Themen beleuchtet und wie sehr man in die Tiefe und ins Detail geht, kommen die einzelnen Fächer mehr oder weniger zum Tragen. Auch die Methoden der naturwissenschaftlichen Fächer ähneln oder überlappen sich an vielen Stellen. Durch die Auftrennung der Fächer in der Schule ist dieses den Schüler*innen häufig nicht ersichtlich und der Wissens- und Methodentransfer findet nicht in dem Maße statt, wie er könnte.

Sitte & Wohlschlägl (2001) sagen hierzu und zitieren auch Frederic Vester: „Schule und zumeist auch Universitäten präsentieren die Welt als Anordnung von getrennten Elementen und nicht als großes vernetztes System, dessen Gesetzmäßigkeiten wir oft ignorieren, weil es die Grenzen der Fachdisziplinen und Unterrichtsfächer überschreitet. Damit aber findet genau dort die Realität, wie sie ist, keinen Platz, und wir können immer weniger erwarten, dass aus jenen Schulen und Hörsälen die Lösung kommen wird, mit der wir unsere Wirklichkeit meistern können. Das, was den Fehlentscheidungen von Behörden, Planern, Politikern und Wirtschaftlern zugrunde liegt, ist also weder mangelnde Intelligenz des einzelnen noch Bösartigkeit, sondern wahrscheinlich hauptsächlich jenes durch die Art unserer Ausbildung vermittelte einseitige Verständnis der Wirklichkeit, das Fehlen von Grundkenntnissen der Systemgesetzmäßigkeiten, die die Befähigung geben würden, das Verhalten eines Systems und damit seine Überlebensfähigkeit zu beurteilen.“ (Vester 1983: 9 f.).“ (Sitte, W. & Wohlschlägl, H., 2001, S. 515 f.).

Die Möglichkeit, interdisziplinär zu lernen und zu arbeiten, wird in der Schule selten genutzt, handlungsorientierte Methoden sowie Experimente fallen häufig weg, obwohl sie motivierend wirken und konstruktiv sind. Im Schülerlabor können diese Probleme angegangen werden, da die Themen interdisziplinär behandelt und Grenzen überschritten werden.

3.2 Komplexität, Umgang mit komplexen Systemen - Vernetztes und systemisches Denken

3.2.1 Komplexität (und der Umgang mit komplexen Systemen)

Der Umgang mit Komplexität ist für das gegenwärtige und noch mehr für das zukünftige Leben der Schüler*innen wichtig. Heutzutage, im Zeitalter der Globalisierung und der Digitalisierung, sind die Herausforderungen und Anforderungen an den Menschen ganz andere als früher.

Systeme können in verschiedenen Formen auftreten, von einfachen, über komplizierte bis hin zu komplexen. Während einfache Systeme wenige Komponenten mit bekannten sowie klaren, vorhersehbaren Regeln und Bedingungen haben, haben komplizierte Systeme in der Regel mehr (zusammenhängende) Komponenten, aber auch hier kennt man die Regeln und die festen Bedingungen, in denen sich nichts ändert. Komplizierte Systeme sind meistens vorhersagbar, lassen sich (zum besseren Verständnis) in ihre Einzelteile zerlegen und beim Wiederausammenbau bleiben die Funktionen gleich. Hier ist oft das zur Verfügung stehende Wissen zum Verstehen nicht ausreichend (Lehner, 2012). Wie in komplexen Systemen kann es in komplizierten Systemen auch zu Rückkopplungseffekten kommen, welche aber nicht von Bedeutung sind. In komplexen Systemen gibt es eine Reihe von nicht vorhersehbaren Anteilen und die Rückkopplungseffekte verstärken sich. Das Verhalten des ganzen Systems wird schwierig zu beurteilen.

Es besteht keine allgemein geltende Definition für ‚komplexe Systeme‘. Klaus Mainzer schreibt 2011 in einem Artikel der Zeitschrift „Kultur & Technik“ über komplexe Systeme und die Komplexitätsforschung Folgendes:

„Komplexe Systeme bestehen aus vielen Elementen, deren Wechselwirkungen kollektive Ordnungen und Muster, aber auch Chaos und Turbulenz erzeugen. (...). Komplexitätsforschung beschäftigt sich fachübergreifend mit der Frage, wie durch die Wechselwirkung vieler Elemente eines komplexen Systems (z.B. Moleküle in Materialien, Zellen in Organismen oder

Menschen in Märkten und Organisationen) Ordnungen und Strukturen entstehen können, aber auch Chaos und Zusammenbrüche. Man spricht dann von »emergenten« Eigenschaften komplexer Systeme, die nicht auf das Verhalten von einzelnen Systemelementen zurückgeführt werden können.“ (Mainzer, 2011, S. 25).

Der amerikanische Physiker und Systemwissenschaftler Yaneer Bar-Yam entwickelt in seinem Buch „Dynamics of Complex Systems“ von 1997 mithilfe von Instrumenten aus der statistischen Physik und Computerwissenschaft ein quantitatives Verständnis für Komplexität, nach dem er Komplexität als Menge an Informationen definiert, die nötig ist, um ein System zu beschreiben. In seinem Buch beschreibt er anfangs sechs Charakteristika (und ihre Messeigenschaften) von komplexen Systemen (Bar-Yam, 1997):

- Elemente (und ihre Anzahl)
- Interaktionen (und ihre Stärke)
- Gestaltung/Arbeitsgang (Operation) (und ihre Zeitskalen/-maßstäbe)
- Vielfalt/Veränderlichkeit
- Umwelt (und ihre Anforderungen)
- Handlung(en)/Aktivität(en) (und ihre Ziele).

Diese sechs Charakteristika finden sich alle beim Stadtklima-System wieder. Wenn man das Stadtklima als komplexes System betrachtet, wird erkennbar, dass es aus vielen Elementen bzw. Komponenten und Faktoren besteht, die mehr oder minder starke Interaktionen (Prozesse und Reaktionen) miteinander eingehen. Diese Prozesse finden in unterschiedlichen Maßstäben und auf unterschiedlichen Zeitskalen statt. Sie sind vielfältig und werden beispielsweise vom Makroklima oder der Umwelt beeinflusst und verändert. Das System ist dauerhaft aktiv und unterschiedliche Prozesse haben unterschiedliche Zielwerte.

Bar-Yam (1997) sagt weiterhin, dass nur eine sichere Eigenschaft über komplexe Systeme bekannt ist und zwar „Sie sind komplex.“. Es kommt die zwingende Frage zum Verständnis von komplexen Systemen auf: „Wie ist die Komplexität des Ganzen verbunden mit der Komplexität der einzelnen Teile bzw. Elemente?“ (Bar-Yam, 1997). Bar-Yam stellt fest, dass oft Teile/Elemente von komplexen Systemen in sich (selber) ebenfalls komplexe Systeme sind. Aber es gibt auch Ansammlungen „einfacher Elemente/Teile“, die sich komplex verhalten können, was „emergente Komplexität“ genannt wird, zum Beispiel eine einfache Zelle (komplizierte und komplexe Vorgänge, trotz einfacher Teile und Zusammensetzung) (Bar-Yam, 1997).

Auch Dietrich Dörners Komplexitätstheorie lässt sich hier anwenden, da viele voneinander abhängige Merkmale existieren. Nach Dörner ist die Komplexität eines Systems „umso höher, je mehr Merkmale vorhanden sind und je mehr diese voneinander abhängig sind.“ (Dörner, 2010, S. 60). Wie oben bereits erwähnt, sind viele Elemente und Faktoren des Systems ‚Stadtklima‘ mehr oder minder stark miteinander verknüpft oder stehen sogar in einem Abhängigkeitsverhältnis. „Diese ‚Vernetztheit‘ bedeutet, dass die Beeinflussung eines Elements oder Faktors nicht isoliert bleibt, sondern Neben- und Fernwirkungen hat.“ (Dörner, 2010, S. 61).

3.2.2 Vernetztes Denken

Da Systeme oft als vernetzte Wirkungsgefüge gesehen werden und Menschen eher in linearen Strukturen denken, wirken komplexe Systeme oft verwirrend auf sie. Lineares Denken betrachtet Gefüge und Vorgänge oft nur in eine Richtung und auf einer Ebene. Der Mensch und die Gesellschaft trennen ihre reale Welt in einzelne Bereiche (Fächertrennung, Begriffstrennung, Systemtrennung etc.) und berücksichtigen häufig nicht die Vernetzung dahinter durch die das Ganze funktioniert.

Die Grundlage für ein besseres Verständnis und einen besseren Umgang mit diesen Systemen liegt im ‚Vernetzten Denken‘. Dörner (2010) schreibt, das ‚Vernetzte Denken‘ „ist ein Bündel von Fähigkeiten, und im Wesentlichen ist es die Fähigkeit, sein ganz normales Denken, seinen „gesunden Menschenverstand“ auf die Umstände der jeweiligen Situation einzustellen.“ (Dörner, 2010, S. 327 f.). Auf ihrer Website ‚Das Vernetzte Denken‘ gibt die Leuphana Universität Lüneburg einen Überblick zum Thema. Sie zitieren unter anderem Frederic Vester (2002):

„Durch die Komplexität entstehen nicht direkt sichtbare, mehrstufige Ursache-Wirkungs-Beziehungen, die bei Eingriffen in das System nicht beachtet werden.“

Es wird beschrieben, dass „mit der Methode des ‚Vernetzten Denkens‘ möglichst viele Ursache-Wirkungs-Beziehungen eines komplexen Systems identifiziert werden sollen.“ (http://www2.leuphana.de/personal_fuehrung/index.php/Das_Vernetzte_Denken, letzter Zugriff: 23.08.2017).

„Die Methode des Vernetzten Denkens kann in sechs Phasen unterteilt werden: (1) Bestimmen der Ziele und Modellierung der Problemsituation; (2) Analysieren der Wirkungsverläufe; (3) Erfassen und interpretieren der Veränderungsmöglichkeiten der Situation; (4) Abklären der Lenkungsmöglichkeiten; (5) Planen von Strategien und Maßnahmen; (6) Verwirklichung der Problemlösung.“

(http://www2.leuphana.de/personal_fuehrung/index.php/Das_Vernetzte_Denken, letzter Zugriff: 23.08.2017).

Auch Vester (2012) stellt fest: „Ursache-Wirkungs-Beziehungen gibt es nur in der Theorie, nicht in der Wirklichkeit. Dort regieren indirekte Wirkungen, Beziehungsnetze und Zeitverzögerungen, die oft eine Zuordnung der Ursachen verhindern, was dann – da man die Systemzusammenhänge nicht erfasst – die Folgenabschätzung von Eingriffen zusätzlich erschwert“ (Vester, 2012, S. 15).

3.3 Kompetenz(-entwicklung), Wissen und Lehr-Lern-Modelle

Nach der PISA-Studie im Jahre 2001 beginnt der Begriff ‚Kompetenz‘ an Bedeutung zu gewinnen (Maier, 2017). Im bildungstheoretischen Zusammenhang wurde er ursprünglich durch die Übersetzung des englischen ‚*literacy*‘ eingeführt und seit 2001 erweitert, mit Inhalten angereichert und weiterentwickelt (Maier, 2017). Unter ‚*scientific literacy*‘ wird aber nicht per se naturwissenschaftliche Kompetenz verstanden, sondern vielmehr naturwissenschaftliche Grundbildung, welche die Fähigkeit beinhaltet, naturwissenschaftliches Wissen, Konzepte und Operationen anzuwenden (Bybee, 1997; Maier, 2017). Nach Bybee & Van Scotter (2006) schließt „naturwissenschaftliche Kompetenz ein Fundament an Faktenwissen, einen konzeptionellen Bezugsrahmen sowie Mittel um naturwissenschaftliches Wissen zu zuordnen und strukturieren ein. Das naturwissenschaftliche Curriculum muss alle drei beinhalten.“ (Bybee & Van Scotter, 2006, S. 43).

„PISA (OECD, 2013: 232) definiert naturwissenschaftliche Grundbildung beispielsweise als das ‚naturwissenschaftliche Wissen einer Person sowie deren Fähigkeit, dieses Wissen anzuwenden, um Fragstellungen zu identifizieren, neue Erkenntnisse zu erwerben, naturwissenschaftliche Phänomene zu erklären und auf Beweisen basierende Schlüsse über naturwissenschaftliche Sachverhalte zu ziehen (...)‘“. (Maier, 2017, S. 55).

Lethmate (2006) sieht ‚*scientific literacy*‘ in Anlehnung an Gräber et al. (2002) als eine Schnittmenge verschiedener Kompetenzen (zum Beispiel Sachkompetenz, prozedurale und

ethisch-moralische Kompetenz), die er in einem Modell nach Gräber et al. den drei Bereichen Wissen, Handeln und Bewerten zuordnet.

Diskurs: Der Wissensbegriff

Den kognitionspsychologischen ‚Wissensbegriff‘ hingegen beschreibt Maier (2017) als „ein komplexes Zusammenspiel aus ganz unterschiedlichen Wissensarten und Wissensmodalitäten mit je eigenen Vernetzungsstrukturen.“ (Maier, 2017, S. 57).

Es gilt beim Wissen zunächst deklaratives und prozedurales Wissen, welche ein komplexes Zusammenspiel bilden, zu unterscheiden. Deklaratives Wissen lässt sich in Sprache, also Aussagen, ausdrücken und „ist immer um Begriffe (Konzepte) organisiert.“ (Maier, 2017, S. 30). Es ist das ‚wissen was‘ (*knowing what*), das Wissen über Sachverhalte. Prozedurales Wissen bezieht sich eher auf motorische (Gehen) und nicht-motorische (Kopfrechnen) Handlungsabläufe, ist automatisiert und oft unbewusst. Wir denken in der Regel nicht darüber nach (Maier, 2017). Deklaratives (Hippocampus) und prozedurales Wissen (Basalganglien und Kleinhirn) sind von unterschiedlichen Gehirnregionen abhängig (Maier, 2017). Im Gehirn findet sich demnach ein komplexes System an Netzwerken bestehend aus Konzepten und Prozeduren. „Diese hoch komplexen Netzwerke können nur entstehen, weil das Gehirn in der Lage ist, Informationen immer wieder zu komprimieren und zu verknüpfen.“ (Maier, 2017, S. 33). Außerdem gibt es metakognitives Wissen und Zusammenhangswissen. Ersteres ist das Wissen über das eigene Wissen und letzteres ist das Wissen um die Zusammenhänge von Fakten, Prozessen und ähnliches. Es kann dem deklarativen Wissen angelehnt werden (Stracke, 2004).

3.3.1 Lehr- und Lern-Modelle

Für diese Arbeit und das K.Ö.L.N.-Projekt bietet es sich an, mehrere bildungsrelevante Modelle zu betrachten und zu verknüpfen. Daher wird als erstes ein strukturelles, lernpsychologisches Beobachtungsmodell von Blömeke et al. (2015) beschrieben, danach das Kompetenzstufenmodell der naturwissenschaftlichen Grundbildung nach Bybee (1997, 2002) und schließlich wird Leisens Modell (2011) des Lehr-Lern-Prozesses beschrieben und mit den

vorangegangen verknüpft. Es soll dann gezeigt werden, wie und wo sich das Projekt mit den Modellen verknüpft (siehe Kapitel 7.4).

3.3.2 Kompetenz als Kontinuum – Modell nach Blömeke, Gustafsson und Shavelson

Blömeke et al. (2015) sehen ihr vorgeschlagenes Rahmenkonzept bzw. Modell als eine Möglichkeit, die vorherrschenden dichotomen Perspektiven und Debatten auf und über Kompetenz(en) zu überwinden und zusammen zu bringen. Sie sehen Kompetenz als Kontinuum und möchten die Lücke zwischen der analytischen Sicht und der holistischen Sicht schließen, sodass sich Kompetenz als Leistung oder Verhalten, das an der Wahrnehmung und an affektiver Motivation komplexerweise gebunden ist, in der realen Welt zeigt. Die analytische Sicht „nimmt an, dass das Ganze die Summe der kognitiven, affektiven und motivationalen Merkmale ist, und teilt Kompetenz in viele Komponenten bzw. Merkmale, die für ein kompetentes Verhalten benötigt werden.“ (Blömeke et al., 2015, S. 6). Die Autoren schlagen eine integrierende Herangehensweise vor, bei der sich die beiden Sichtweisen eher ergänzen, als sich gegenüber zu stehen. Sie schließen die Lücke in ihrem Modell ‚Kompetenz als Kontinuum‘, indem sie vorschlagen, dass Kompetenzen mit ihren Merkmalen (im Modell: *Disposition*) durch eine Reihe von Wahrnehmungs-, Interpretations- und Entscheidungsprozessen, situationspezifische Fähigkeiten, (im Modell: *Situation-specific skills*) mit der Leistung bzw. dem beobachtbaren Verhalten in der realen Welt verbunden werden (im Modell: *Performance*) (Blömeke et al., 2015). Die situationspezifischen Fähigkeiten sind in der Regel nicht lineare, komplexe und vernetzte Fähigkeiten, die den Kompetenzen ‚Erkenntnisgewinnung‘ und ‚Beurteilung‘ angelehnt werden können, und daher bei jeder Person und in jeder Situation anders sind.

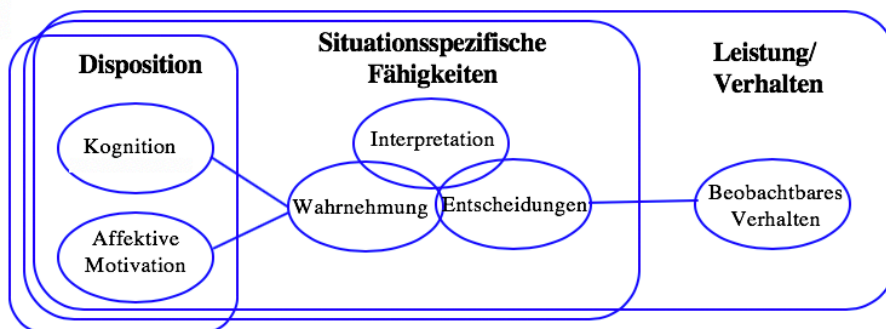


Abb. 12: Modell „Kompetenz als Kontinuum“ nach Blömeke et al. (2015). Verändert von C.Schult.

Blömeke et al. (2015) denken, dass sie mit ihrem Ansatz Entwicklungsverläufe von Kompetenzen untersuchen, Schüler*innen mit unterschiedlichen Entwicklungsmustern identifizieren und effektive Bildungsstrategien für eben diese Entwicklungen bestimmen können. Sie wollen Langzeitauswirkungen messen können. Des Weiteren möchten sie die Interaktionen von Wahrnehmung, Interpretation und Entscheidungen bei Schüler*innen während der (Aus-)Bildung und beim Trainieren für bestimmte Lebenslagen untersuchen (Blömeke et al., 2015). Ihre Erkenntnisse und Vorschläge beziehen sich hauptsächlich auf die Gymnasial- und Hochschulbildung.

Bei dieser Arbeit und im Projekt ist dieses Modell hauptsächlich für die Betrachtung der Fähigkeiten bzw. Kompetenzen der Schüler*innen von Bedeutung.

3.3.3 Das Stufenmodell ‚Scientific literacy‘ von Bybee

Das Modell von Bybee (1997) beschreibt in vier Stufen den Erwerb von Kompetenzen, die der naturwissenschaftlichen Grundbildung entspringen.

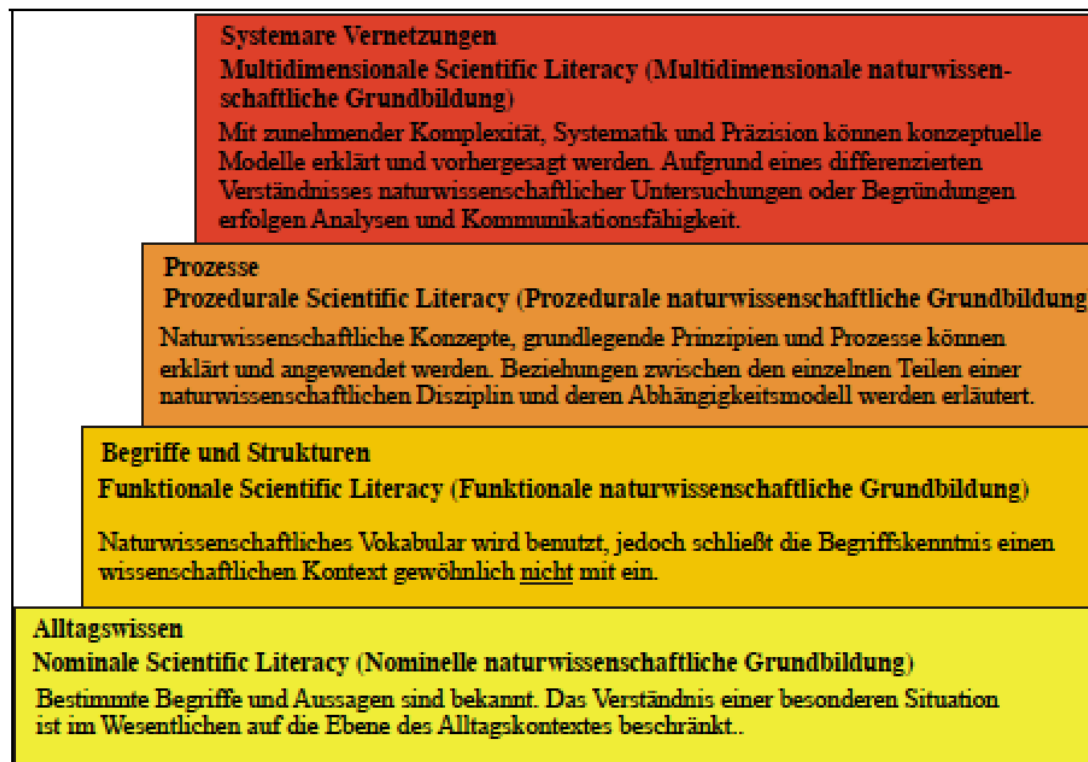


Abb. 7: Kompetenzstufenmodell der naturwissenschaftlichen Grundbildung nach BYBEE 1997 u. 2002 (verändert)

Abb. 13: Kompetenzstufenmodell der naturwissenschaftlichen Grundbildung nach Bybee (1997, 2002). Quelle: Screenshot aus Dissertation von Lindau (2004).

Diese Stufen unterscheiden sich in ihrem Schwierigkeitsniveaus und gehen davon aus, dass das Alltagswissen der Schüler*innen die niedrigste Stufe, ‚Nominelle naturwissenschaftliche Grundbildung‘ (*Nominale Scientific Literacy*), darstellt. Auf dieser Stufe kennen oder lernen die Schüler*innen naturwissenschaftliche Begriffe und Aussagen. Gelangen sie zu mehr Wissen und können sie die Begriffe und eventuell auch Strukturen ohne Kontext verwenden, haben sie die zweite Stufe erlangt, ‚Funktionale naturwissenschaftliche Grundbildung‘ (*Funktionale Scientific Literacy*). Können die Schüler*innen naturwissenschaftliche Konzepte und Prozesse erklären und Beziehungen in einer Disziplin erläutern, sind sie der dritten Stufe, ‚Konzeptuelle und prozedurale naturwissenschaftliche Grundbildung‘ (*Prozedurale Scientific Literacy*) zuzuordnen. Die vierte und oberste Stufe, ‚Multidimensionale naturwissenschaftliche Grundbildung‘ (*Multidimensional Scientific Literacy*), bedingt, dass die Schüler*innen die Naturwissenschaften in ihren Kontexten verstehen, unter anderem ein Verständnis für komplexe Modelle, Vernetzungen und Systeme haben, sich zu naturwissenschaftlichen Untersuchungen äußern können und diese ebenfalls analysieren können (Bybee, 2002; Gräber et al., 2002; Lindau, 2004; Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017).

3.3.4 Das Lehr-Lern Modell kompetenzorientierten Unterrichts von Leisen

Das Lehr-Lern-Modell von Josef Leisen (2011) trennt die Lehr- und Lernprozesse unter Beachtung der gegenseitigen Wechselwirkung von einander (Leisen, 2011). Kern des Modells ist die Lernumgebung, in die die Schüler*innen mit ihren bereits erlangten, „niederstufige“ Kompetenzen hereinkommen (Suwelack, 2010). Auf die Lernumgebung wirkt sich das Lehren (Lehrperson(en) etc.), zum einen durch eine ‚materiale Steuerung‘ in Form von Aufgabenstellungen, Materialien und Medien, zum anderen durch eine ‚personale Steuerung‘ in Form von Moderation und Rückmeldung aus. Auf die Kompetenzen wirkt sich das Lernen aus. Die Schüler*innen haben Kompetenzen mit denen sie im Lernkontext und in der Lernumgebung ankommen. Sie sollen dort Vorstellungen entwickeln, Lernprodukte erstellen und diskutieren. Diese Produkte und das Gelernte sollten gesichert, mit bereits vorhandenem Wissen vernetzt und transferiert werden können. Im besten Fall gehen die Schüler*innen mit neuen, erweiterten oder höherstufigen Kompetenzen aus der Lernumgebung wieder heraus (Suwelack, 2010).

Da bei dieser Arbeit der Lern- und Kompetenzzuwachs der Schüler*innen viel stärker im Fokus stehen, wird im Folgenden stärker auf die Lern- als auf die Lehrprozesse eingegangen. Unter der Voraussetzung, dass die Lehrperson sich mit dem Kompetenzbegriff und den Kompetenzbereichen auskennt, kann sie den Schüler*innen Aufgaben, Informationen und Hilfen zur Erstellung von Lernprodukten geben. Sie spielen in diesem Modell eine besondere Rolle. Von den Schüler*innen, nach Aufgabenstellung der Lehrperson, erstellte Lernprodukte (Mind-Maps, Tabellen etc.) gelten als wirksam, vor allem wenn sie in Kooperation erstellt wurden (Leisen, 2016). „So werden die Lernenden in den handelnden Umgang mit Wissen und Werten gebracht (Kompetenzorientierung).“ (Leisen, 2016, S. 29). Leisen (2016) stellt fest, dass die Interaktion und der Austausch in der Gruppe und zwischen den Gruppen selbstregulatorisch lernwirksam und klärend sind. Außerdem geht er davon aus, dass Unterricht, Lerneinheiten, Projekte etc. auf Wissenszuwachs und auf die Handlungskomponente angelegt werden müssen. „Eine ideale Kompetenzentwicklung findet statt, wenn beide Komponenten gleichzeitig auf einander Bezug nehmend entwickeln (Leisen, 2011 S. 8).

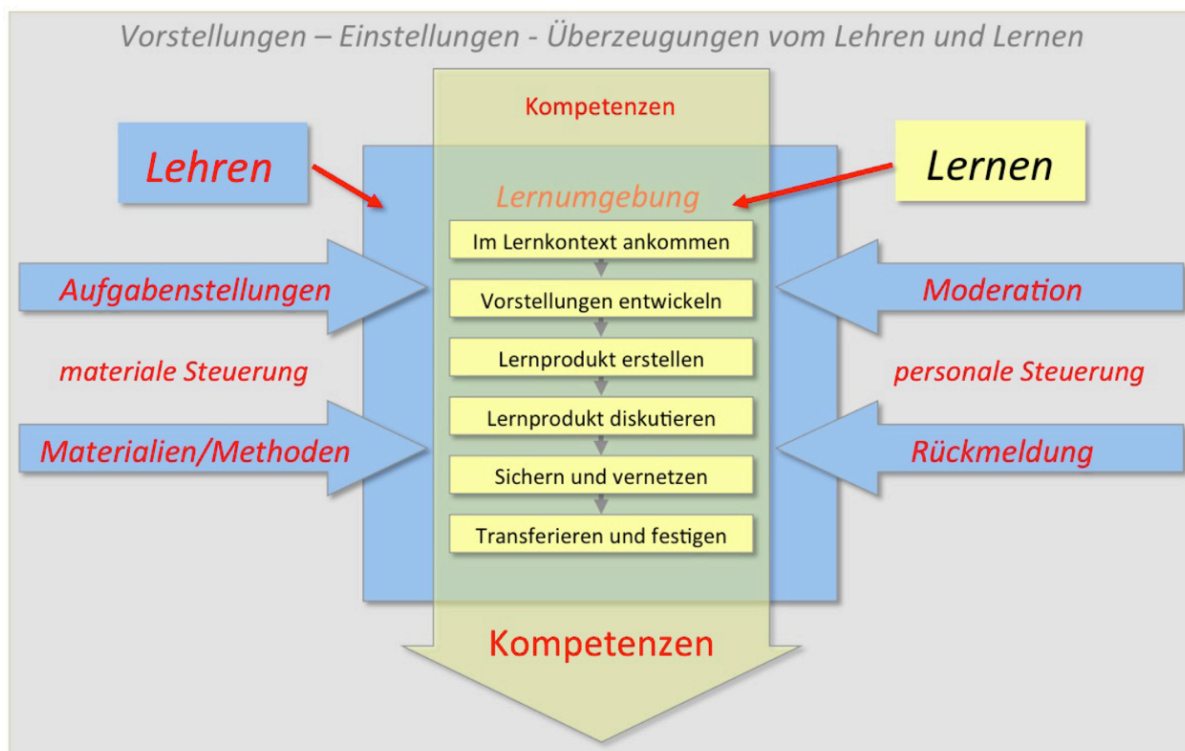


Abb. 14: Das Lehr-Lern-Modell für kompetenzorientierten Unterricht nach Leisen. Quelle: Screenshot von: <http://www.lehr-lern-modell.de>, letzter Zugriff: 18.10.2017

Das Modell bildet auch in dieser Arbeit eine Art Kern, eine Vermittlungsebene, zwischen den beiden anderen Modellen. Die Schüler*innen steigen in das K.Ö.L.N.-Projekt mit gewissen Kompetenzen ein, beispielsweise im methodischen Bereich oder beim Experimentieren, und mit gewissen Vorkenntnissen zum Thema (Stadt-)Klima. Sie kommen zunächst in die Lernumgebung des Schülerlabors, in der sie den Auftrag bzw. die Aufgabe erhalten sich in eine forschende Rolle hineinzusetzen (Szenario-Methode) und an Stationen mit angepassten Materialien (Geräte, Modelle etc.), Medien (Arbeitsblätter, iBooks etc.), Informationen (Artikel, Formeln etc.) und Hilfestellungen (Leitfaden, studentische Betreuer*innen, Hilfskärtchen etc.) zu arbeiten und zu experimentieren. Unter Betreuung und Begleitung durch Studierende bearbeiten sie die stadtklimatischen Stationen. So entwickeln sie eine Vorstellung davon, was Stadtklima ist und wie gewisse Elemente zusammenhängen und Prozesse ablaufen. Es wird aber vorerst kein richtiges Lernprodukt erstellt, vielmehr halten die Schüler*innen ihre Experimentiererergebnisse und ihre Erkenntnisse fest. An dieser Stelle werden eine erste Sicherung und Vernetzung des Gelernten vorgenommen, unter anderem durch eine Nachbereitungsstunde. In den weiteren Lernumgebungen, dem Klassenraum und der Stadt, stellen sie unter neuen Aufgabenstellungen und mit Anwendung ihrer Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Labor mehrere Lernprodukte her. Hier erfolgt ein erster Transfer. Moderiert von der Projektleiterin und der Lehrperson werden die Lernprodukte im Plenum präsentiert und diskutiert. Spätestens hier finden eine zweite Sicherung und Vernetzung des Gelernten statt. Feedback gibt es an allen Stellen des Projekts über Rückmeldungen der Projektleiterin, der studentischen Betreuer*innen, der Lehrpersonen und an einigen Stellen durch die Mitschüler*innen. Die Schüler*innen gehen mit erweiterten und neuen Kompetenzen sowie Wissen aus dem Projekt heraus.

3.4 Das (Schüler-)Experiment und der Einsatz von Modellen

Aufgrund der vielfachen und unterschiedlichen Verwendung des Begriffs ‚Experiment‘ in den unterschiedlichen Fächern und Disziplinen wird hier zielgerichtet nur auf seine Verwendung in der naturwissenschaftlichen Bildung und einigen der betreffenden Fächer (didaktisch) eingegangen. Für die (Natur-)Wissenschaft ist das Experiment von großer Bedeutung. Schwarz schreibt, „indem Galilei mögliche, überprüfbare Resultate im Vorfeld als Hypothese formulierte, nahm er eine konsequente Verortung des Experimentes im Forschungsprozess vor.“ (Schwarz, 2009, S. 15 f.).

Der Geographiedidaktiker Karl Heinz Otto definiert das Experiment wie folgt:

„Ein Experiment ist eine planmäßige, grundsätzliche wiederholbare Beobachtung von natürlichen und auch gesellschaftlichen Vorgängen unter künstlich hergestellten, möglichst veränderbaren Bedingungen. Es verfolgt den Zweck, durch Isolation, Kombination und Variation von Bedingungen eines Phänomens bzw. Objekts reproduzierbare und kontrollierbare Beobachtungen zu gewinnen, aus denen sich Regelmäßigkeiten und allgemeine Gesetzmäßigkeiten ableiten lassen. Ein Experiment kann beliebig oft wiederholt werden. Das Experiment ist also ein Werkzeug zur empirischen Erkenntnisgewinnung.“

(Otto, 2008, S. 119; Otto, 2009, S. 5).

Lethmate (2006) hält nach einer Schulbuchanalyse den Begriff ‚experimentelle Lehrformen‘ (in der Geographie) für sinnvoller, auch weil dieser Versuche und Experimentieranleitungen einschließt. Er wünscht sich höhere Anteile experimenteller Lehrformen ab der Sekundarstufe I, vor allem im (Geographie-)Unterricht, da er die Schüler*innen nicht überfordert sieht, sondern die Defizite in diesen Bereichen eher als fehlende bzw. mangelnde Erfahrung und Handlungspraxis einschätzt. Im weiteren Verlauf wird dennoch aus sprachlichen Gewohnheitsgründen weiterhin der Begriff ‚Experiment‘ verwendet (Lethmate, 2006).

Das Experiment kann in vielerlei Hinsicht beschrieben, kategorisiert oder klassifiziert werden. Das geht zum Beispiel vom Erproben und Experimentieren im Alltag über Modellexperimente und Unterrichtsexperimente hin zu Forschungsexperimenten. Experimente können über kurze oder längere Zeiträume durchgeführt werden und können qualitativ und/oder quantitativ ausgewertet werden (Otto, 2008). Außerdem können sie einen bestimmten Grad an Offenheit haben und unterschiedliche Ziele verfolgen (Priemer, 2011). Beispielsweise können sie eine Hypothese bestätigen, ein Thema neu einführen, ein Mittel sein, um etwas selbstständig zu entdecken oder dabei helfen, den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg zu üben (Otto, 2008).

3.4.1 Experimentieren mit Schüler*innen im K.Ö.L.N.-Projekt

Experimente sind bei Lehr-Lern-Prozessen von Bedeutung. Sie wirken motivierend und wecken das Interesse der Schüler*innen an den Inhalten, Prozessen und Methoden. Nach Thomas Lenz (2008) haben Experimente eine hohe Anschaulichkeit und tragen so zum Verständnis von unsichtbaren oder komplexen Prozessen bei. „Als Schülerexperimente

durchgeführt stellen sie handlungsorientierte Bausteine im Unterrichtsalltag dar, die nicht nur motivierend, sondern auch lernfördernd wirken.“ (Lenz, 2008, S. 111).

Otto (2008) zählt als (unterrichtliche) Vorzüge von Experimenten unter anderem die Möglichkeit für Schüler*innen, am reduzierten Objekt sichere Kenntnisse und konkret-anschauliche Vorstellungen über den Verlauf - insbesondere naturgesetzlich gesteuerter Prozesse - zu gewinnen. Sie führen außerdem „den Lernenden durch klare Problemstellung zu kausalem, funktionalem und zugleich abstrahierendem Denken.“ (Otto, 2008). Nach Otto (2008) fördern sie weiterhin das kreative Denken sowie „entdeckendes, forschendes, problemlösendes und vernetzendes Lernen“ (Otto, 2008, S. 119), welche unter anderen zu den Zielen des K.Ö.L.N.-Projekts gehören. Experimente unterstützen die Entwicklung der methodischen Handlungskompetenz und „ermöglichen die Verknüpfung von theoretischer Durchdringung und praktischem Handeln und können verschiedene Lernkanäle gleichzeitig ansprechen.“ (Otto, 2008, S.120). Da Experimente unter anderem erkenntnisreich sowie erlebnisintensiv sind und motivierend wirken, werden ihre Inhalte oft besser und effizienter im Gehirn gespeichert (Otto, 2008). Wenn die Schüler*innen die Experimentierhandlungen selber durchführen, werden benachbarte Gehirnareale stärker angesprochen und so prägt sich das Geschehene inklusive eigener Handlung besser ein. Zu späteren Zeitpunkten können sie das Gelernte gut abrufen, es beispielsweise transferieren und neu anwenden. Durch die häufige Notwendigkeit der Zusammenarbeit fördern sie die Gruppen- und Teamfähigkeit in besonderer Weise (Otto, 2008).

Es wäre sicherlich eine gute Voraussetzung für das K.Ö.L.N.-Projekt, wenn die Schüler*innen bereits mit Experimenten, dem experimentellen Algorithmus bzw. dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg (in der Schule) in Kontakt gekommen sind. Die Experimente an den Stationen können aus geographischer Sicht unter anderem als Modellexperimente, Aktionsexperimente sowie entdeckende und bestätigende Experimente klassifiziert werden, wobei es nicht immer klare Abgrenzungen gibt. In ihrem Grad der Offenheit befinden sie sich nach dem Modell von Priemer (2011) in allen sechs Dimensionen Fachinhalt, Strategie, Methode, Lösung, Lösungsweg und Phase im mittleren Bereich.

Das Experiment verknüpft die Theorie mit der Praxis und bietet Schüler*innen einen Einblick in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen. Im K.Ö.L.N.-Projekt wird das Experiment als eine Methode zur Vermittlung von Inhalten und Phänomenen des Stadtklimas angewendet.

Diskurs: Modelle im Projekt

Bei der Modellbildung bzw. –entwicklung gibt es immer zwei Seiten zu bedenken, die Seite des Entwicklers und die des Nutzers. Für den Modellentwickler mögen andere Eigenschaften und Attribute relevant oder bedeutsamer sein als für den Nutzer und gleichzeitig muss das Modell seinen Sinn und Zweck als Rekonstruktion eines Originals erfüllen, das die Wirklichkeit wiedergibt (Wiktorin, 2013). Dies gilt es bei der Entwicklung, dem Einsatz und der Analyse von Modellen zu beachten. Auch Theorien können modellhaft dargestellt oder sogar als Modelle bezeichnet werden, umgekehrt verbirgt sich „nicht hinter jedem Modell gleich eine ganze wissenschaftliche Theorie“ (Wiktorin, 2013).

Für das K.Ö.L.N-Projekt sind ‚Hands-on-Modelle‘ sowie die graphische Modellierung von Prozessen wichtig (zum Beispiel Styropormodell an der Station ‚Kölner Stadtmodell‘). Mit den ‚Hands-on-Modellen‘ können repräsentative Abbildungen der Natur, von Objekten der realen Welt und Prozessabläufen dargestellt werden. Durch diese Visualisierung und Haptik bekommen die Schüler*innen einen anderen Zugang zu den Inhalten, wie dem systemischen und vernetzten Denken (Wiktorin, 2013). Gute Modelle sind wenig komplex, besitzen dennoch eine hohe Anpassungsgüte an die Realität (Wiktorin, 2013) und können beim Experimentieren entwickelt und/oder eingesetzt werden. Das Lernen am Modell bringt eine Transferleistung mit sich. Die Schüler*innen müssen irgendwann in der Lage sein, das am Modell Gelernte auf die Realität und eventuell auf andere Sachverhalte zu übertragen. Anhand von Modellen können Schlüsse über das Original und die Realität gezogen werden. Die Modellbildung ist ein wichtiger Aspekt für die Erkenntnisgewinnung. In den Bildungsstandards der Physik ist sie daher diesem Kompetenzbereich zugeordnet und gehört mit den experimentellen Untersuchungsmethoden zu den physikbezogenen Denk- und Arbeitsweisen (KMK, 2004). In den Bildungsstandards der Geographie kommt das Entwerfen eines Modells in der Operatorenliste im Anforderungsbereich III unter ‚entwickeln‘ vor. Ein Hinweis, dass der Modellbildung dort (in der Geographie) ein hohes Niveau an Fähigkeiten zugeordnet wird (DGfG, 2014).

Beim Arbeiten mit Modellen sollte darauf geachtet werden, dass die Schüler*innen dafür sensibilisiert werden: Modelle haben Grenzen und entsprechen unter anderem nie einhundertprozentig der Realität, sind nicht immer maßstabsgetreu, sondern oft Vereinfachungen etc.

3.4.2 Probleme bei Schülerexperimenten

Das Vorangegangene gibt einen Einblick, wie vielfältig und anspruchsvoll Modelle und Experimente sein können. In einer Studie mit Schüler*innen, die sich am Anfang der Sekundarstufe befinden, fanden Vorst & Krüger (2010) heraus, dass die Schüler*innen Experimente und Beobachtungen mit naturwissenschaftlichem Arbeiten in Verbindung bringen, „jedoch setzen sie diese nicht in Relation zu Vermutungen und einem arbeitsintensiven Forschungsprozess. Das Experiment ist größtenteils eine losgelöste Aktivität ohne vorhergehende Hypothesen.“ (Vorst & Krüger, 2010, S. 180). Diese Ergebnisse haben vermutlich auch mit mangelnden Vorkenntnissen, Erfahrung und Übung mit Experimenten und ihrer Durchführung zu tun. Neben diesen zählt Hopf (2007) diese weiteren „Probleme beim Einsatz von Schülerexperimenten“ auf:

- es wird experimentiert, ohne nachzudenken,
- die Ziele werden von Lehrenden und Lernenden unterschiedlich wahrgenommen,
- Schüler*innen verbinden Theorie und Praxis nicht,
- es zeigen sich kaum Effekte beim Wissenserwerb oder bei den Einstellungen,
- Einfluss der Alltagsvorstellungen und
- kochbuchartige Handlungsanweisungen.

3.5 Verknüpfung der fachwissenschaftlichen Analyse und des theoretischen Hintergrunds

Zusammenfassend gesagt ist für die Beschäftigung mit dem Themengebiet ‚Stadtlima‘ für Schüler*innen eine Komplexitätsreduktion notwendig, welche generell bedeutet, eine Auswahl der vorhandenen bzw. wahrnehmbaren Informationen zu treffen (Lehner, 2012). Im K.Ö.L.N.-Projekt soll vor allem das vernetzte Denken der Schüler*innen angeregt und gefördert werden, damit sie besser mit Komplexität umgehen können. Sie sollen ebenfalls ihr Vorwissen im Labor anwenden und erweitern, zu neuen Erkenntnissen gelangen und diese in der Schule wiederum erweitern und anwenden.

Die Struktur des fächerübergreifenden Moduls zum Stadtlima im K.Ö.L.N.-Projekt soll die inhaltliche Komplexität vereinfachen. Es ist ein Modul mit sechs Stationen, das Querverbindungen und viele inhaltliche Verknüpfungen untereinander erlaubt und als zentrales Element die Temperatur hat (siehe Abb. 3 & Abb. 16). Dennoch beschäftigt sich jede Station

mindestens mit einem oder mehreren kleinen bzw. Untersystemen. Im besten Fall verstehen und lernen sie, dass man in komplexen Systemen immer mehrere Sachen macht, es (durch jedes Handeln) Nebenwirkungen geben kann, und „dass die Effekte unserer Entscheidungen und Entschlüsse an Orten zum Vorschein kommen können, an denen wir überhaupt nicht mit ihnen rechnen“ (Dörner, 2010, S. 326). Hier ist wichtig, dass im Projekt mit Modellen und Experimenten gearbeitet wird, denn in der ‚wahren‘ Realität kann man dies alles nicht beobachten, da die Zeit so langsam vergeht, dass es schwer ist die Charakteristika der Abläufe zu erfassen. Die Fehler werden zu spät sichtbar und Nebenwirkungen sehen wir womöglich nie (Dörner, 2010). Dies wird für die Schüler*innen zum Beispiel an der Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘ deutlich. Hier wird unter anderem der anthropogene Treibhauseffekt im Experiment künstlich erzeugt und durch extreme Bedingungen in einem kurzen Zeitraum verdeutlicht und messbar gemacht (genauere Beschreibungen der Stationen erfolgt in Kapitel 4.1.3). Während die Schüler*innen beim Experiment dieses Phänomen binnen Minuten nachvollziehen können, wird der anthropogene Treibhauseffekt und seine Auswirkungen in der ‚wirklichen‘ Realität allerdings erst nach Jahrzehnten und Jahrhunderten deutlich erkennbar. Im K.Ö.L.N.-Projekt spielen Komplexität und vernetztes Denken in mehrerlei Hinsicht eine Rolle. Inhaltlich bedient sich das Projekt mit dem ‚Stadtklima‘ eines Phänomens, das in sich als ein komplexes System darstellt, in dem weitere, kleinere und womöglich ebenfalls komplexe Systeme vorhanden sind. Die Inhalte, Prozesse und Faktoren des Stadtklimas müssen für die Umsetzung und Anwendung im Projekt in ihrer Komplexität reduziert werden und dem Lernniveau der Zielgruppe, in diesem Fall Schüler*innen der Mittelstufe, angepasst werden. Komplexität spielt aber auch auf einer anderen Ebene des Projekts eine Rolle und zwar bei der Datenerhebung. Bei dieser sind verschiedene Komplexitätsstufen eingebaut sowie eine Aufgabe zur Visualisierung des vernetzten Denkens (siehe Kapitel 3.2, 4 & 5). Wichtig für das Projekt ist, dass Inhalte und Prozesse des Stadtklimas sowie deren Vernetzung erlernbar und lehrbar sind, indem die Schüler*innen an verschiedene Phänomene und Situationen ihrer realen Lebenswelt herangeführt werden, mitunter durch Modelle und Experimente. Die Experimente sind an die Inhalte der jeweiligen Station gekoppelt und erlauben den Schüler*innen, künstlich hergestellte (natürliche) Phänomene, manchmal auch am Modell, durchzuführen und zu beobachten. Die Experimente sind interdisziplinär ausgelegt und als Fundament (fächerübergreifendes Modul) für die (Weiter-) Entwicklung des Wissens der Schüler*innen eingesetzt sowie als wesentliches Kernstück des K.Ö.L.N.-Projekts erarbeitet (mehr zur Entwicklung und Inhalte der einzelnen Experimente siehe Kapitel 4).

Laut Dörner (2010) haben wir „heute die Möglichkeit, solche (vernetzende) Lernprozesse in Gang zu setzen. Spielen war immer eine wichtige Methode zur Vorbereitung auf den Ernstfall. Man sollte es in gezielter Weise verwenden. Wir haben dafür heute viel bessere Möglichkeiten als früher. Wir sollten sie nutzen!“ (Dörner, 2010, S. 328). Durch den Einsatz von digitalen Medien wie Lernvideos, -spiele und -simulationen können das Interesse der Schüler*innen geweckt und Anreize zur Beschäftigung mit den Inhalten geschaffen werden.

Neben den oben beschriebenen Lehr-Lern-Modellen werden später in der zusammenfassenden Diskussion ebenfalls Ergebnisse aus verschiedenen Studien wie die ROSE-Studie, die IPN-Interessenstudie, die Metastudie „Visible Learning“ von John Hattie etc. herangezogen und unter Einbezug der Studienergebnisse dieser Arbeit diskutiert.

4 Beschreibung des Projekts und des Studiendesigns

In diesem Kapitel sollen die Entwicklung des K.Ö.L.N.-Projekts sowie die Umsetzung des Projekts nach der Kurzbeschreibung im Kapitel 1.1 aufgegriffen werden. Außerdem werden die verschiedenen Akteure des Projekts beschreiben und schließlich wird das Studiendesign erläutert.

4.1 Die Entwicklung des K.Ö.L.N.-Projekts

Wie in Kapitel 1.1 angedeutet soll hier die Entwicklung des K.Ö.L.N.-Projekts aufgegriffen und ausführlicher erläutert werden. Tiefergehend werden die Entwicklung, die Inhalte und die Durchführung der sechs Stationen des fächerübergreifenden Moduls beschrieben. Die Schulphase wird hier nur kurz erläutert, da diese je nach Untersuchungs- bzw. Vergleichsgruppe in ihren Interventionen variiert (Ablauf für Vergleichsgruppen, siehe Kapitel 4.2.6).

4.1.1 Projektentwicklung – allgemeine didaktische und inhaltliche Überlegungen

Die Komplexität des Themas Umwelt- und Nachhaltigkeitserziehung am Beispiel des Stadtklimas muss heruntergebrochen werden, um für die verschiedenen Schulstufen und Schulformen zugänglich gemacht zu werden. Hierbei empfiehlt es sich „in der regionalen Abfolge zunächst vom Nahen zum Fernen vorzugehen. Aber wenn man auf der Ebene der Städte Deutschlands ist, sollte ein Vergleich mit anderen Städten zum Beispiel in Europa erfolgen. Die Besonderheit und Komplexität des Themas und die aktive Einbeziehung der Schüler*innen in konkrete Planungen verlangt dann einen Wechsel auf die lokale Ebene. Dies spiegelt sich auch in den Maßstabsebenen wider.“ (Ringel, 2002). Wie in den vorherigen Kapiteln erläutert, gewinnt der Umgang mit Komplexität in der heutigen Zeit zunehmend an Bedeutung, daher ist es wichtig Schüler*innen in die Lage zu versetzen den gesamten Zusammenhang zu sehen und zu begreifen. Um global-nachhaltig handeln zu können, gilt es, „systemisch vernetzend Denken zu lernen.“ (Köck, 2001).

Das Themengebiet ‚Stadtklima‘ umfasst ein breites Spektrum an komplexen Systemen, Prozessen und Teilelementen. Zielgemäß muss das K.Ö.L.N.-Projekt für die Schüler*innen eine Grundlage schaffen mit dieser Komplexität und den Inhalten umzugehen. Eine didaktische Reduktion ist hierfür notwendig.

Zunächst kann man das ‚Stadtklima-System‘ dekomponieren, was voraussichtlich zu der Erkenntnis führt, dass ‚Stadtklima‘ nicht eine Sache ist, sondern ein Bündel von Teilen, Untersystemen und Prozessen. Eine Reduktion der inhaltlichen Komplexität mit der Konzentration auf das Wesentliche ist notwendig. Nach Lehner (2012) ist „die Reduktion der inhaltlichen Komplexität im Vergleich mit der Reduktion der Stofffülle eine stärker qualitative Reduktion, (...).“ (Lehner, 2012, S. 119). Für die Zielgruppe werden wesentliche Begriffe, Aussagen und Strukturen des Themas herausgesucht und eine Vereinfachung des Komplizierten auf fassliche Lerninhalte angestrebt (Lehner, 2012). Zu den Inhalten gehören ebenfalls Fragen, Erfahrungen und Situationen. Diese reduzierten bzw. fasslichen Inhalte werden zu einem Fundament und einem System wieder zusammengebaut. Das Wesentliche bzw. „Elementare bezeichnet – durchaus umgangssprachlich mehrdeutig - das Grundlegende, Allgemeine und Einfache, auch das Essenzielle und Substanzielle. Es ist Urform, Baustein und Sachkern und meint einen Sinngehalt, der für den Aufbau bestimmter Kompetenzen bedeutsam ist.“ (Lehner, 2012, S. 121). Die Abbildung zeigt ein Schema für die Reduktion der Komplexität.

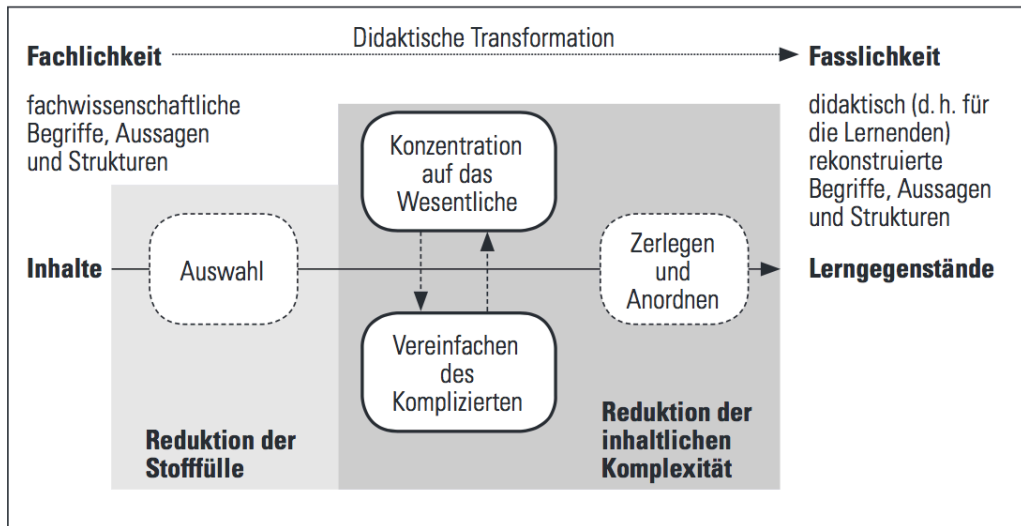


Abbildung 30: Von der Fachlichkeit zur Fasslichkeit

Abb. 15: Didaktische Transformation. Von der Fachlichkeit zur Fasslichkeit. Quelle: Lehner (2012), S. 119

Das Themengebiet ‚Stadtklima‘ kann, wenn richtig dargeboten, einen konkreten Bezug zur Lebenswelt der Schüler*innen bieten. Indem die Schüler*innen gedanklich Bezüge zum Wohnort (in diesem Fall die Stadt Köln) herstellen, sie dazu angeregt werden nachzudenken, wo sie tatsächlich Klimatelemente beobachten, messen oder spüren können, werden sie kognitiv, affektiv und konativ in das Projekt eingebunden. Der ‚Situationsbezug‘ ist durch eine konkrete Verortung, eigenes Entdecken und Gedankenspiele sowie Vermutungen über vergangene, aktuelle und zukünftige Entwicklungen gegeben. Auch die ‚Handlungsorientierung‘ wird im fächerübergreifenden Modul durch die Anforderung ‚selber in Gruppen an den Stationen zu experimentieren‘ gewährleistet. Weitere Anleitungen und Hilfestellungen erfahren die Schüler*innen durch die Arbeitsblätter und die studentischen Betreuer*innen. Das im Projekt Gelernte hält die Schüler*innen dazu an über aktuelle Entwicklungen in ihrer Stadt in Bezug auf Klima nachzudenken und im besten Falle in Aktion zu treten, in dem sie z.B. lieber mit dem Fahrrad oder mit der Straßenbahn zur Schule fahren um Emissionen zu vermindern, anstatt sich von ihren Eltern mit dem Auto fahren zu lassen. Da das Themengebiet sehr breit und komplex ist, ist es wichtig mit den Inhalten, Modellen und Experimenten im Projekt ‚exemplarische Beispiele‘ zu schaffen. Durch die Einbringung von Fachbegriffen, Modellen und Erklärungen der einzelnen Phänomene soll eine Art ‚Grundstruktur‘ geschaffen werden, auf dem die Schüler*innen ihr Wissen sowohl horizontal als auch vertikal erweitern können. Angenommen die Schüler*innen wussten vorher, dass in Köln viele Schadstoffe ausgestoßen werden, könnten sie nach dem fächerübergreifenden Modul womöglich eine Verknüpfung (horizontale Vernetzung) zur filternden Funktion von

Bäumen (Station ‚Grünes Köln‘) herstellen und haben dabei noch ihr Wissen über die einzelnen Schadstoffe und die Luftzusammensetzung vertieft (vertikale Vernetzung).

Das angeeignete Wissen, die erstellten Verknüpfungen und die erlernten Methoden im fächerübergreifenden Modul sollen als Grundlage für die Schulphase des Projekts dienen und den Schüler*innen Anregungen bieten für das weitere Arbeiten am Thema. Das gesamte Projekt ist so angelegt, dass die Inhalte und Methoden den Erwerb von Kompetenzen fördern sowie diese erweitern. Es bietet durch den außerschulischen Lernort, bei gleichzeitiger Anknüpfung an die reale Lebenswelt durch die Beschäftigung mit der eigenen Stadt, eine besondere Lernerfahrung. Wie oben beschrieben, werden durch exemplarische Beispiele der Stadtklimaprozesse in der Heimatstadt und der Auseinandersetzung mit klimatischen, gesellschaftlichen und politischen Problemstellungen in Bezug auf diese Prozesse, psychomotorische Lernerfahrungen in Hinsicht auf kognitive, affektive und konative Aspekte bei den Schüler*innen gefördert. So haben sie nicht nur Spaß am Projekt, sondern werden in ihrer Persönlichkeitsentwicklung (ihrem sozialen und kulturellen Lernen) gefördert (Becker, 2007).

Das K.Ö.L.N.-Projekt unterscheidet sich in seiner Konzeption von den ‚normalen Abläufen‘ beim Klima-Projekt im Schülerlabor. Es wurde so gestaltet, dass die Schüler*innen nicht das Projekt an einem Tag bzw. Termin machen, sondern an mehreren Terminen, so dass alle Schüler*innen auch alle Stationen mit ihrer Gruppe durchlaufen können. Für die Studie der vorliegenden Arbeit sollte das Projekt als Ganzes in maximal 2-3 Monaten durchführbar sein. Für den späteren Einsatz im Labor kann das Projekt in einzelne Bausteine zerlegt werden und nur in Teilen durchgeführt werden.

4.1.2 Die Entwicklung und Beschreibung des fächerübergreifenden Moduls des K.Ö.L.N-Projekts (Laborphase)

Die erste Projektplanung sah eine Unterrichtsreihe zum Thema ‚Das Stadtklima Kölns‘ unter Einbringung von Experimenten vor (Schult & Bresges, 2014). Auf Grund der weitreichenden Möglichkeiten im zdi-Schülerlabor, kristallisierte sich immer mehr heraus, dass die Entwicklung und Implementierung von Stationen mit Experimenten, Aufgaben und Informationen zum Stadtklima das Kernstück des Projekts bilden sollte (Schult & Bresges, 2014).

Wie bereits beschrieben, besteht das fächerübergreifende Modul (siehe Abb. 16) aus sechs Stationen zum Stadtklima. Es wurde „aus mehreren Richtungen heraus entwickelt:

- Fachwissenschaftlich,
- didaktisch,
- kontext- und
- lernortorientiert.“

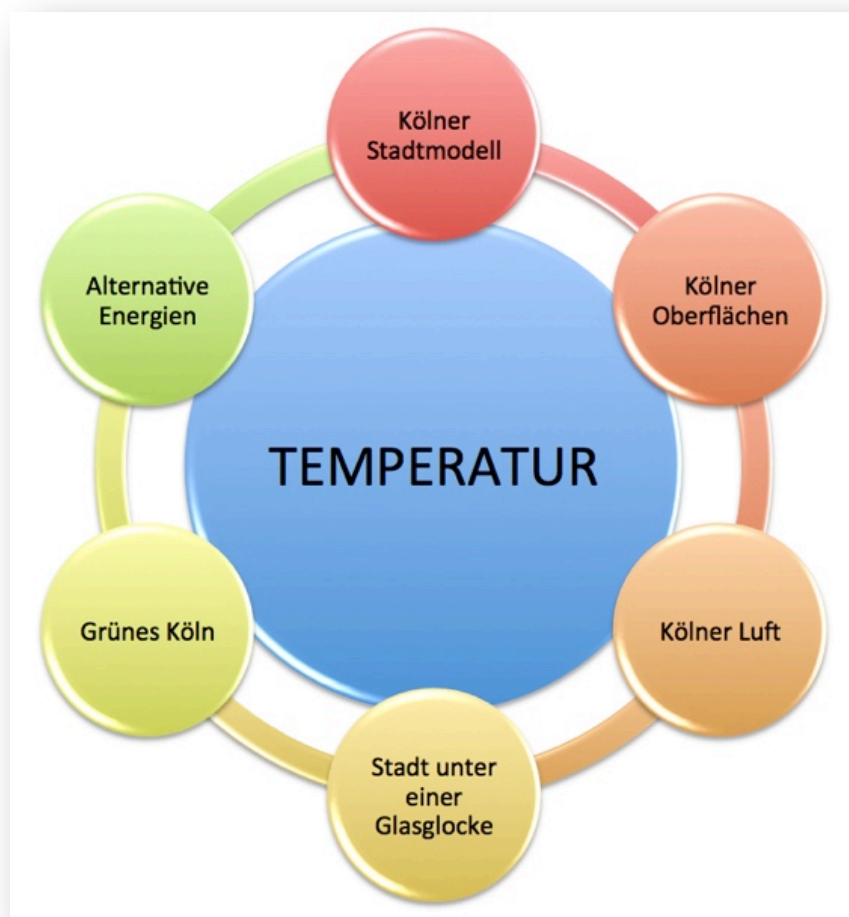


Abb. 16: Das fächerübergreifende Modul im K.Ö.L.N.-Projekt. Screenshot vom eigenen Diagramm.

„Zunächst erfolgte die fachwissenschaftliche Recherche zum Stadtklima. In dieser wurde ermittelt, welche (Stadtklima-)Elemente es gibt, wie sie sich auf eine Stadt auswirken und welche weiteren Einflüsse für das Stadtklima eine Rolle spielen. Die Komplexität der Abhängigkeitsverhältnisse zwischen den Elementen und den Prozessen des Stadtklimas wurden betrachtet und allgemein zusammengefasst. Die Elemente und Einflüsse auf eine x-beliebige Stadt wurden gruppiert und in dem Diagramm ‚Elemente und Einflüsse des Stadtklimas‘ (Abb.

17), dargestellt. Danach wurde geprüft wie dieses Klimabild für die Stadt Köln aussieht.“ (Schult & Bresges, 2014, S. 2).

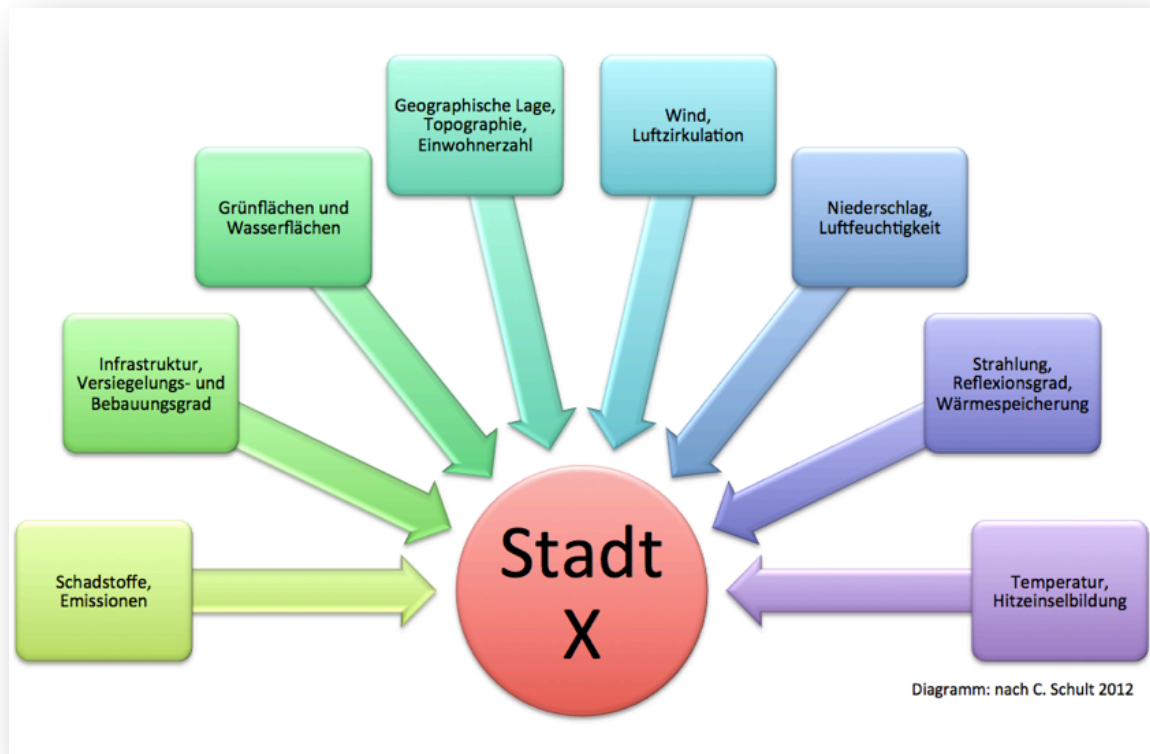


Abb. 17: Elemente und Einflüsse auf eine beliebige Stadt X. Eigenes Diagramm von 2012.

„Die Betrachtung geschah vor allem unter dem für die Bewohner*innen wichtigen und beeinträchtigenden Gesichtspunkt der Hitzeinselbildung und Temperaturbelastung in Städten.“ (Schult & Bresges, 2014, S. 2). Für die Entwicklung der Stationen und Experimente rückten die beiden Gesichtspunkte in den Fokus, weil die Stationen in ihrer Grundstruktur auch auf andere Städte übertragbar sein sollten (Schult & Bresges, 2014). Punkte, wie die ‚Geographische Lage, Topographie, Einwohnerzahl‘ wurden eher vernachlässigt. Später, bei der Durchführung der Stationen und Experimente, sind diese Punkte aber durchaus zu berücksichtigen, da sie auf das spezielle Beispiel ‚Stadtklima Kölns‘ Einfluss nehmen. Die ‚Temperatur und Hitzeinselbildung‘ sind entweder als Folge oder Messelement in allen Stationen des Moduls zu finden.

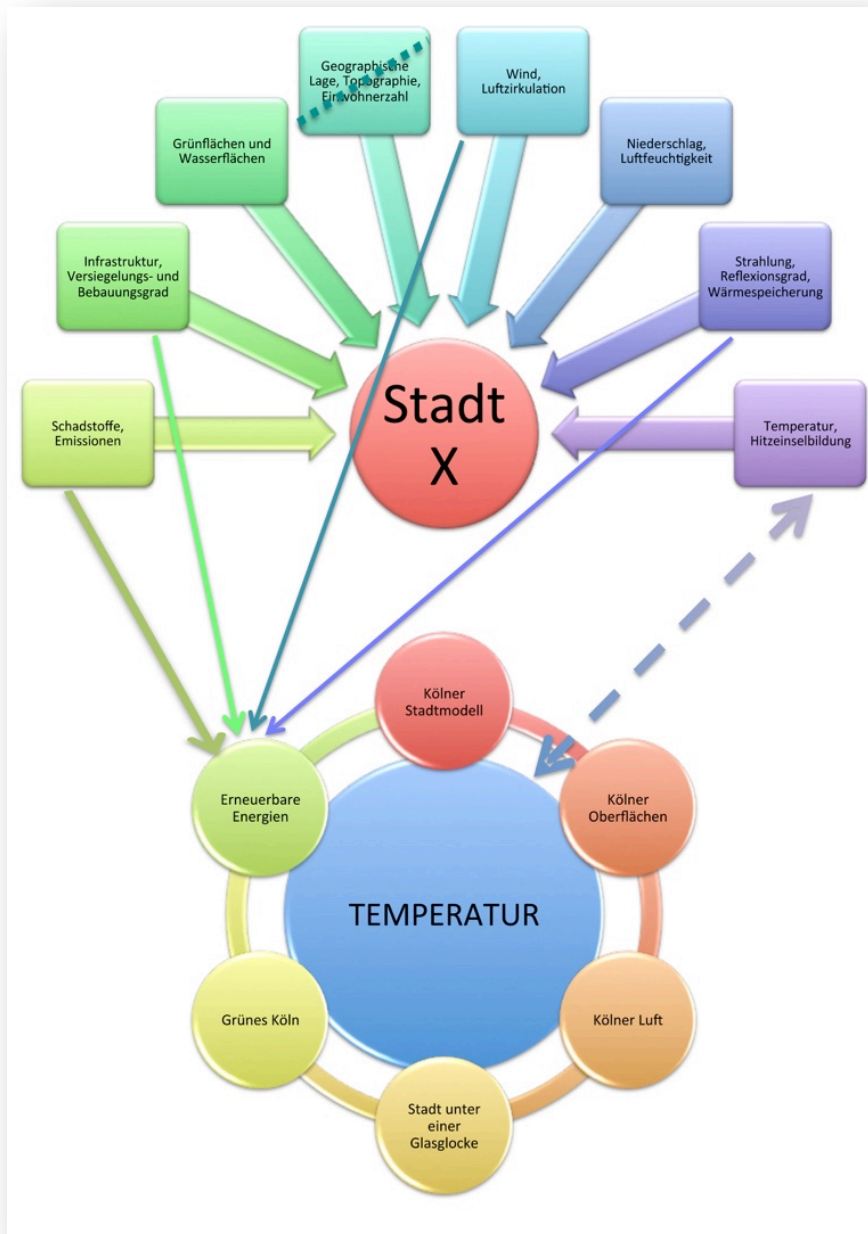


Abb. 18: Graphische Entwicklung des fächerübergreifenden Moduls aus dem Diagramm ‚Elemente und Einflüsse des Stadtklimas‘ am Beispiel der Station ‚Erneuerbare Energien‘. Eigene Darstellung von 2014.

Die Abbildung 18 zeigt am Beispiel der Station ‚Erneuerbare Energie‘, wie die Entwicklung der Stationen vorgenommen wurde. Die Elemente und Einflussfaktoren wurden betrachtet und es wurde jeweils entschieden, ob sie eine größere Rolle für die Station spielen. Es ergibt sich, dass mehrere Elemente und Einflussfaktoren sich in jeder Station wiederfinden und somit finden sich auch fast alle Elemente und Einflussfaktoren in mehreren Stationen wieder.

Dem fertiggestellten Modul kann man nun ebenfalls Inhalte aus den Fächern zuordnen, wodurch schnell zu erkennen ist, dass bei jeder Station mehrere Fächer eine Rolle spielen (siehe Abb. 19). Somit wird die Interdisziplinarität der Stationen und des Projekts sichtbar.

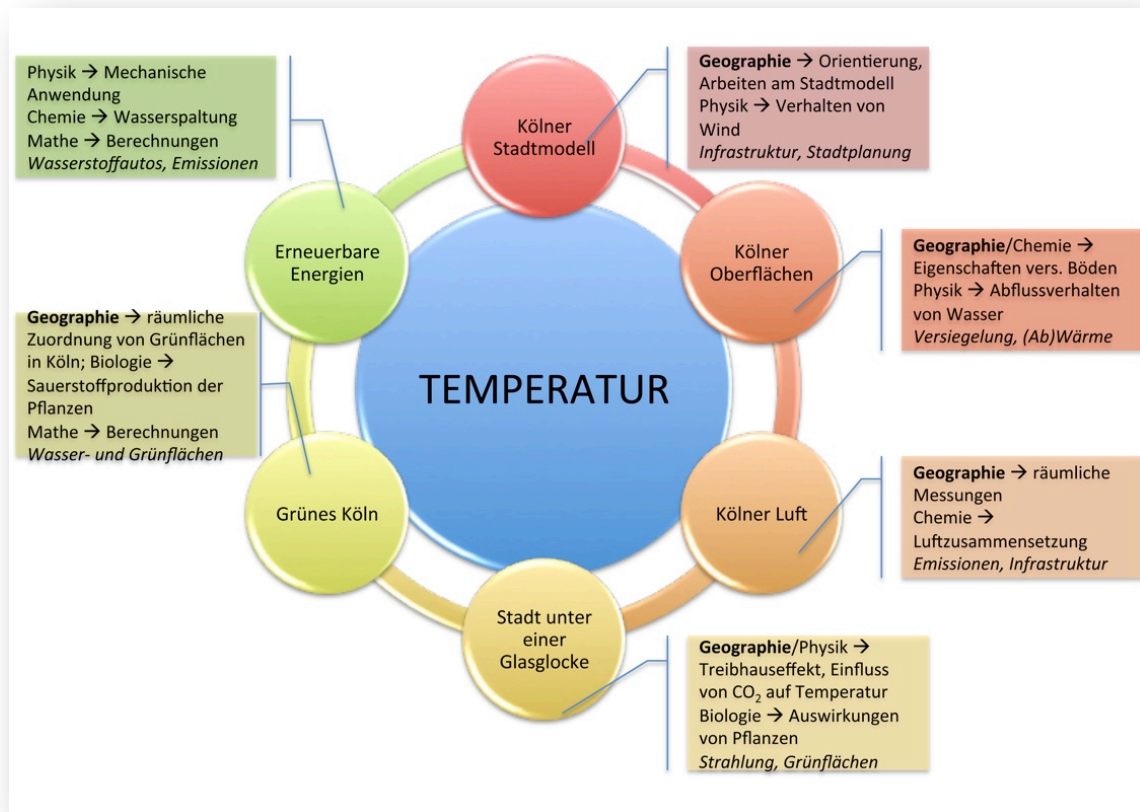


Abb. 19: Zuordnung der Fächer zu den jeweiligen Stationen mit Hervorhebung der Geographie. Eigene Abbildung von 2013.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Entwicklung der einzelnen Stationen waren die benötigten Materialien. Diese mussten unterschiedliche Funktionen erfüllen, zum Beispiel Analogien bilden, Modellcharakter haben, didaktisch zum Thema passen und im Umgang für Schüler*innen gerecht sein. Beispiele für Analogien sind: Strahler = Sonne; Glasglocke = Atmosphäre mit CO₂ und anderen (Treibhaus-)Gasen etc.

Für das fächerübergreifende Modul wurden für jede Station Arbeitsblätter von der Projektleiterin und den wissenschaftlichen Hilfskräften entwickelt. Diese orientieren sich an dem bereits vorhandenen Design der Arbeitsblätter des Klimaprojekts (siehe Abb. 20 & 21) und an den Grundregeln für das gute Arbeitsblatt nach Schaller (2007).


UNSER RAUMSCHIFF ERDE

Themengebiet: Stadtklima
Experiment: Erneuerbare Energien

E
I
N
S
T
I
E
G

Erneuerbare Energien

Was sind eigentlich Erneuerbare Energien?
Und was sind die Unterschiede zu den traditionellen Energiequellen?
Sammelt eure Ideen in der Gruppe und schreibt sie auf!



UNSER RAUMSCHIFF ERDE

Themengebiet: Stadtklima
Experiment: Stadt unter einer Glocke


T
A
B
E
L
L
E

Tabelle zu Versuch 2

Frage: Was bewirkt eine höhere CO₂-Konzentration in der Luft?

Lest die Messwerte alle 30 Sekunden ab und tragt sie in die Tabelle ein:

Zeit in Minuten: Sekunden	Temperatur (°C) Luft	Temperatur (°C) Luft + CO ₂
00:00		
00:30		
01:00		
01:30		
02:00		
02:30		
03:00		
03:30		
04:00		
Differenz vom Anfangs- zum Endwert in °C		



Info zu Luft
Das Gas welches wir „Luft“ nennen, ist ein Gasgemisch und besteht prozentual aus folgenden Gasen:

Stickstoff (N₂): 78,084 %
Sauerstoff (O₂): 20,948 %
Argon (Ar): 0,934 %
Kohlenstoffdioxid (CO₂): 0,035 %
Wasserdampf (H₂O): 0 bis 4 %

Auswertung: In welcher der beiden Flaschen hat sich die Luft stärker erwärmt und warum?

zdi-Schülerlabor, C. Schult.

Abb. 20 & 21: Arbeitsblätter: 20) Station ‚Erneuerbare Energie‘, Einstieg, Seite 1; 21) Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘, Messtabelle zum 2. Experiment, Seite 5. Entwickelt von Schult, C. & Martius, T. (2013).

Alle Stationen beginnen mit einer relativ leichten Einstiegsfrage oder –aufgabe, die auf dem Arbeitsblatt steht und von den Schüler*innen alleine oder in der Gruppe bearbeitet werden kann. Darauf folgt in der Regel eine Phase in der die Schüler*innen die Materialien kennenlernen und ein Experiment durchführen. Zwischendurch diskutieren die Schüler*innen ihre Beobachtungen und Ergebnisse in der Gruppe und gegebenenfalls mit dem*r studentischen Betreuer*in. Diese werden auf dem Arbeitsblatt festgehalten, genauso wie Hypothesen und Messungen. Am Ende sollen die Schüler*innen entweder durch Instruktion oder selbstgesteuert einen Bezug zum Stadtklima und zur Temperatur herstellen. Die Arbeitsblätter wurden vorher von Studierenden auf Verständnis und Durchführbarkeit geprüft, danach von Schülergruppen, bis schließlich die Untersuchungsgruppen mit ihnen arbeiten durften.

Die Durchführbarkeit der Stationen mit den Experimenten wurde vorab mit anderen Besuchsklassen der Jahrgangsstufen 7-9 im Klimaprojekt überprüft, was auch die Zielgruppe der Studie entspricht. Für die Studie war es wichtig, dass die Untersuchungsgruppe(n) von (einer) Schulen(n) kam(en), die sich in der Nähe des Schülerlabors befand(en). So konnte man davon ausgehen, dass die Schüler*innen mit der Umgebung sowie der Innenstadt vertraut sind und eine gewisse Affektivität für diese mitbringen.

4.1.3 Beschreibung der Stationen und Experimente

Bevor die Schüler*innen das fächerübergreifende Modul an vier Terminen durchlaufen, erhalten sie beim ersten Termin eine Einführung. In dieser werden die studentischen Betreuer*innen, die Regeln im Labor und zuletzt die Thematik vorgestellt. Es stellte sich bei der Durchsicht der Prätests der ersten Vergleichsgruppe (SG) heraus, dass die Schüler*innen Schwierigkeiten haben die Begriffe ‚Wetter‘ und ‚Klima‘ voneinander abzugrenzen, was zur Folge hat, dass diese Begriffe mittlerweile in allen Einführungen (auch des Klimaprojekts) thematisiert werden (Schult & Bresges, 2014). Angelehnt an die Szenario-Methode beschrieben von Reich (2010) werden den Schüler*innen gegenwärtige Fakten bezüglich des Stadtklimas in Köln anhand eines vierzehnjährigen Mädchens, Emilia, präsentiert. Emilia ist aus der Eifel nach Köln gezogen und wundert sich über die klimatischen Unterschiede zwischen der Stadt Köln und der ländlichen Eifel. Die Schüler*innen erhalten folgenden Auftrag: ‚Wie Emilia, wundern sich viel Bürger*innen der Stadt Köln über die klimatischen Unterschiede zwischen der Stadt und seinem Umland! Finde als Klimabeauftragte*r der Stadt Köln durch Experimentieren heraus, was diese Unterschiede sind! Welche (Klima-)Elemente spielen eine besondere Rolle für das Klima der Stadt Köln?‘. Die Schüler*innen versetzen sich zunächst in Emilia und in die Bürger*innen von Köln sowie in das vorgegebene Szenario.

Im Folgenden werden die Inhalte und Ziel(e) der einzelnen Stationen des fächerübergreifenden Moduls erläutert. Es wird außerdem erklärt, welche Materialien eingesetzt werden und wie die Stationen im Projekt durchgeführt werden.

Kölner Stadtmodell

Für die Station ‚Kölner Stadtmodell‘ wurden in Handarbeit von der Projektleiterin, Studierenden und wissenschaftlichen Hilfskräften zwei Styropormodelle (bestehend aus vier Teilen) gebaut. Sie sind nicht maßstabsgetreu, es ging vielmehr um den Wiedererkennungswert und die Funktionalität für das spätere Experimentieren. Beide Modelle stellen einen Ausschnitt der Stadt Köln dar, zum einen das Hauptgebäude der Universität und die Mensa mit den angrenzenden Freiflächen sowie der Baumallee (innerer Grüngürtel) und zum anderen die engen Gassen der Kölner Altstadt im Bereich zwischen Heumarkt und der Kirche Groß St. Martin (siehe Abb. 22).



Abb. 22: Von der Karte zum Modell, Ausschnitt: Hauptgebäude der Universität und Mensa mit angrenzenden Grünflächen. Quelle: Screenshots: Google Maps am 31.10.17. und eigenes Bild.



Abb. 23: Von der Karte zum Modell, Ausschnitt: Altstadt zwischen Heumarkt und der Kirche Groß St. Martin. Quelle: Screenshots: Google Maps am 31.10.17. und eigenes Bild.

Des Weiteren werden für diese Station Karten, Bilder, Strahler, ein Fön oder Ventilator, Flugteilchen (aus Styropor), bunte Pappen und Thermomessgeräte benötigt.

Die Schüler*innen bauen zunächst die beiden Styropormodelle auf und überlegen, welche Teile der Stadt Köln diese repräsentieren sollen. Falls nötig kann der/die Betreuer*in Hinweise geben. Es folgt eine weitere Aufgabe zur Orientierung, bei der die Schüler*innen Fotokärtchen aus Köln beschriften und auf einem Stadtplan zuordnen. Bei der dritten Aufgabe zeichnen sie in einem Kartenausschnitt ihre Vorstellung davon, wie sich das Temperaturprofil (anhand einer idealisierten Mitteltemperatur) bei einer Durchfahrt von der Innenstadt Kölns stadtauswärts ändert. Danach sollen die Schüler*innen sich selbstständig ein oder mehrere Experimente unter Einbringung der Modelle überlegen. Hierbei stehen ihnen die oben erwähnten Materialien zur Verfügung (siehe Arbeitsblätter im Anhang). Sie können beispielsweise mit Hilfe eines Strahlers die Schattenverhältnisse in den beiden Modellen vergleichen oder mit dem Fön und

Flugteilchen testen bei welchem Modell der Wind aus einer bestimmten Himmelsrichtung besser durchweht. Wenn sie die Modelle mit Hilfe von Karten richtig ausrichten, können sie unter anderem nachstellen, dass Winde aus südöstlicher Richtung über das Bergische Land und das Rheintal streichen und in die Stadt hineinwehen. Beim Experimentieren am Modell mussten sie zu der Erkenntnis gelangen, dass die engbebaute Altstadt weniger ‚winddurchlässig‘ ist als die eher freien Flächen des inneren Grüngürtels an der Universität. Somit könnten sie zu der Schlussfolgerung gelangen, dass Hitze, Emissionen und Staub aus engbebauten Gebieten wie der Altstadt weniger gut abgetragen werden.



Abb. 24 & 25: Schüler*innen lernen und experimentieren an der Station ‚Kölner Stadtmodell‘. Bildquelle: C. Schult, U. Lesemeister, 2013.

Bei der Entwicklung dieser Station waren Fragen zu Ventilationsprozessen und dem Bebauungsgrad der Innenstadt im Vergleich zu Freiflächen von Bedeutung. Außerdem stand beim Bau der Modelle die visuelle und haptische Umsetzung dieser Station im Mittelpunkt. Gleich mehrere Begriffe aus der Abbildung 17 (Elemente und Einflüsse auf eine Stadt X), wie ‚Bebauungsgrad‘, ‚Wind und Luftzirkulation‘, ‚Grünflächen und Wasserflächen‘ werden hier einbezogen (Schult & Bresges, 2014). Hier spielen die Fächer Geographie und Physik eine tragende Rolle.

Ziel dieser Station ist es die Orientierung in der eigenen Stadt zu fördern und zu zeigen, dass die Bebauung und die Struktur einer Stadt Auswirkungen auf die Temperatur, Sonnen- und Schattenverhältnisse sowie auf die Windverhältnisse haben.

Kölner Oberflächen

Für die Station ‚Kölner Oberflächen‘ wurde von der Projektleiterin und den wissenschaftlichen Hilfskräften ein Steckkastensystem aus gelochten Kisten gebaut. In diesen werden drei

präparierte Oberflächen (präpariert mit Sand, Blumenerde und versiegelten Kacheln) simuliert. Zusätzlich werden eine weitere versiegelte Fläche (dunkle Kacheln) und eine Grünfläche (ausgestochenes Rasenstück) aufgestellt. Weitere Materialien sind eine Plastikwanne, die von der Größe her zu den gelochten Kisten des Stecksystems passt, Wasser, eine Gießkanne mit Regenkopf, zwei zusätzliche größere Plastikwannen, ein Becherglas mit einem Volumen von einem Liter, Strahler, eine Stoppuhr und ein Infrarotthermometer.

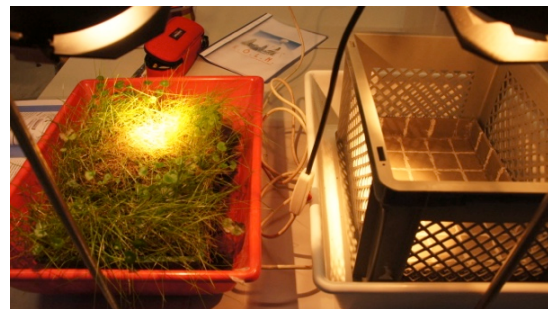


Abb. 26 & 27: Material für die Station ‚Kölner Oberflächen‘ und Aufbau des ersten Experiments ‚Verdunstung auf Oberflächen‘. Bildquelle: C. Schult, U. Lesemeister, 2013.

Als Einstieg sollen die Schüler*innen verschiedene Oberflächen benennen und ihre Eigenschaften schriftlich beschreiben. Zur Anregung sind Bilder auf dem Arbeitsblatt abgedruckt. Darauf folgt das Ansetzen des ersten Experiments ‚Verdunstung auf Oberflächen‘. Hierfür messen die Schüler*innen mit dem Infrarotthermometer die Anfangstemperatur von dem Rasenstück und der mit dunklen Kacheln versiegelten Oberfläche. Beide Oberflächen werden nun in Plastikwannen gesetzt und mit 200 Millilitern Wasser begossen und anschließend 25 Minuten lang bestrahlt. Die Schüler*innen können währenddessen beobachten, dass vor allem bei der dunklen, versiegelten Fläche etwas Wasserdampf aufsteigt. Nach Ablauf der Zeit wird die Temperatur der beiden Oberflächen gemessen. Sie werden verglichen, diskutiert und die Schüler*innen notieren ihre Beobachtungen, Erkenntnisse und Schlüsse.



Abb. 28 & 29: Verschiedene Oberflächen für das zweite Experiment ‚Niederschlag auf verschiedene Oberflächen‘ der Station ‚Kölner Oberflächen‘ und Schüler*innen experimentieren an der Station ‚Kölner Oberflächen‘. Bildquelle: C. Schult, U. Lesemeister, 2013.

Das zweite Experiment dieser Station können die Schüler*innen während der Wartezeit (25 Minuten) des ersten Experiments ansetzen. Hier kommt das Steckkastensystem zum Einsatz. Nacheinander werden hier drei verschieden präparierte Oberflächen (Sand, Blumenerde, versiegelte Kacheln) mit einem Liter Wasser aus der Gießkanne mit Regenkopf (um Regen zu simulieren) begossen. Die Schüler*innen messen hierbei die Versickerungsgeschwindigkeiten des Wassers auf den unterschiedlichen Oberflächen. Außerdem fangen sie das durchgesickerte Wasser auf, messen es und können so erkennen, welche Oberfläche bzw. welches Material am meisten Wasser speichert. Am Ende können sie ihre vorher aufgestellte Hypothese überprüfen, die Messungen diskutieren und Schlüsse daraus ziehen. Am Ende der Station gibt es zwei Transferfragen. Bei der ersten Frage geht es darum, was in der Realität mit Niederschlagswasser in der Stadt geschieht. Bei der zweiten Frage sollen die Schüler*innen überlegen, wie Oberflächen und ihre Eigenschaften die umgebende Lufttemperatur beeinflussen.

Bei der Entwicklung dieser Station spielten vor allem folgende Elemente und Einflussfaktoren eine Rolle: ‚Grünflächen und Wasserflächen‘, ‚Infrastruktur, Versiegelung- und Bebauungsgrad‘, ‚Niederschlag und Luftfeuchtigkeit‘ und ‚Strahlung, Reflexionsgrad und Wärmespeicherung‘.

Die Station ‚Kölner Oberflächen‘ zeigt unterschiedliche Versickerungsverhältnisse durch die Anwendung verschiedener Oberflächen und Böden (versiegelt sowie unversiegelt). Das in der Literatur beschriebene Phänomen der geringeren Verdunstung und erhöhten Oberflächentemperatur (Henninger, 2011) wird gezeigt, und kann von den Schüler*innen erkannt und gemessen werden. Schlussfolgerungen, dass dieses Phänomen zu einem Anstieg der allgemeinen Lufttemperatur in der Stadt führen kann, können getroffen werden. Es stehen sich hohe Abflusswerte durch Versiegelung (Straßen, Bürgersteige, Dächer), den Grünflächen, in denen das Wasser zwischengespeichert wird, und so eine (kühlende) Verdunstung ermöglichen, gegenüber. Die Aufheizung unterschiedlicher Oberflächen wird ebenfalls bei dieser Station simuliert, dabei werden Hinweise auf Strahlungsintensität, Strahlungseinfall, Oberflächenfarbe, Albedo-Effekt etc. gegeben. Somit kann die Station den Fächern Geographie, Chemie und Physik zugeordnet werden.

Bei dieser Station sollen die Schüler*innen verstehen, dass diverse Oberflächen mit unterschiedlichen Eigenschaften in der Stadt zu finden sind. Sie sollen erkennen, dass durch bestimmte Eigenschaften Oberflächen sich auf die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und den Wasserhaushalt der Stadt auswirken.

Kölner Luft

Die Station ‚Kölner Luft‘ ist unter anderem auf das Kennenlernen und die Nutzung von Sensoren und Messgeräten ausgelegt. Es kommen das LabQuest2-Handgerät und die dazugehörigen Sensoren von der Firma Vernier zum Einsatz. Der Einstieg in die Station erfolgt über die Frage, „Was ist Luft? Nenne auch Eigenschaften!“. Anschließend notieren die Schüler*innen die Bestandteile der Atemluft mit Namen, chemischer Formel und Prozentanteil in der Luft in einer Tabelle. Im nächsten Schritt werden das Handgerät und die Sensoren von einem*r studentischen Betreuer*in vorgestellt und der richtige Umgang mit dem Gerät und den Sensoren erklärt.



Abb. 30: Geräte und Sensoren für die Station ‚Kölner Luft‘: LabQuest2-Handgerät, Luftfeuchtigkeitssensor, Kohlenstoffdioxidssensor mit Flasche, Stabthermometer (von oben links nach unten rechts. Bildquelle: C. Schult, 2012.

Die Inbetriebnahme des Handgeräts und der Sensoren wird demonstriert, danach können die Schüler*innen im Schülerlabor kleine Testmessungen machen, indem sie zum Beispiel in die kleine Plastikflasche ausatmen und dann mit dem Sensor den CO₂-Gehalt ihres Atems in der Flasche messen. Es folgt ein Auftrag bei dem die Schüler*innen mit dem*r Betreuer*in eine Route auf einem Kartenausschnitt mit vier vorgegebenen Messpunkten in der näheren Umgebung des Labors wählen (siehe Arbeitsblatt im Anhang). Unter Aufsicht nehmen die Schüler*innen in der Umgebung mit den Sensoren Messungen. Diese werden protokolliert und in eine Tabelle übertragen. Wenn sie wieder im Schülerlabor sind, übertragen sie die gemessenen CO₂-Werte in ein Diagramm. Diese Werte und die anderen Messwerte werden diskutiert und mit der vorab aufgestellten Hypothese verglichen.

„Schadstoffe und Emissionen“, „Niederschlag und Luftfeuchtigkeit“, „Wind und Luftzirkulation“ und „Grünflächen und Wasserflächen“ sind die Elemente und Einflussfaktoren, die hier hauptsächlich eine Rolle spielen. Die Station kann auf Grund chemischer Formeln und den räumlichen Messungen der Geographie und Chemie zugeordnet werden.

Die Schüler*innen sollen lernen, dass es kleine lokale Temperaturunterschiede gibt, welche unter anderem durch die Nutzung der jeweiligen „Fläche“ oder durch die Stärke der Ventilation bedingt sind. Ein Zusammenhang zwischen CO₂ und der Temperatur sollte angerissen werden. Neben dem Umgang mit den Sensoren soll die Ergebnissicherung und Interpretation geübt werden.

Stadt unter einer Glasglocke

Die Station „Stadt unter einer Glasglocke“ beschäftigt sich mit dem Treibhauseffekt und mit der Frage: „Was macht eine Stadt lebenswerter?“. Hierfür wurden Glasglocken angeschafft, die jeweils eine Modellstadt und ihre Atmosphäre darstellen sollen. Des Weiteren werden für diese Station eine robuste Pflanze (z.B. Efeu), ein Becherglas, Backpulver oder Natron, Essig, Wasser, Strahler, Luftfeuchtigkeits-, Sauerstoff-, Kohlenstoffdioxidensoren sowie die dazugehörigen Flaschen, Brausetabletten, zwei große PET-Flaschen mit einem Mindestvolumen von 750 Millilitern, das LabQuest2-Handgerät, Luftfeuchtigkeits-, Kohlenstoffdioxid – und Sauerstoffsensoren, zwei Multimeter mit Thermofühlern und eine Stoppuhr benötigt.

Die Schüler*innen steigen mit einem Gedankenspiel, dass eine riesige Glasglocke über Köln abgesetzt wird, in die Station ein. In der Gruppe diskutieren sie verschiedene Szenarien, was mit dem Leben in der Stadt geschehen würde. Danach wird das Gedankenspiel weitergeführt und die Schüler*innen setzen das erste Experiment mit den Glasglocken an. Sie stellen die Modellstädte ‚Grünthal‘ und ‚Zityweiler‘ dar. ‚Grünthal‘ soll eine besonders grüne Stadt mit wenigen Autos und Abgasen, aber dafür vielen Grün- und Wasserflächen repräsentieren. Es werden eine Pflanze und eine kleine Plastikflasche für die spätere Messung mit den Sensoren unter die ‚Grünthal‘-Glasglocke gestellt. ‚Zityweiler‘ hingegen repräsentiert eine industriell geprägte Stadt mit vielen Autos, Abgasen und Emissionen aus der Industrie und den Haushalten. Unter der ‚Zityweiler‘-Glasglocke werden eine kleine Plastikflasche und ein Becherglas in dem Backpulver und/oder Natron in Essig und/oder Wasser aufgelöst wird, ähnlich einem Industrieschornstein, aufgestellt. Durch das Auflösen der Substanzen in Wasser wird künstlich Kohlenstoffdioxid hergestellt. Beide Glasglocken werden gleichmäßig für etwa zwanzig Minuten bestrahlt.

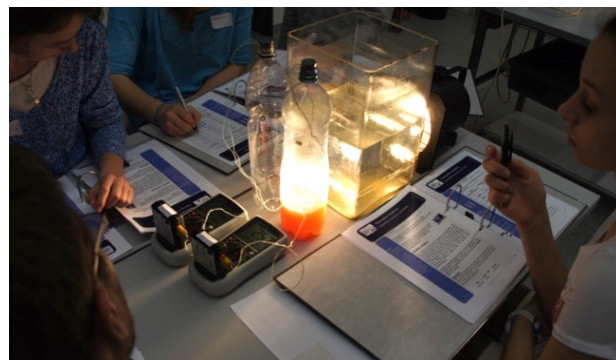


Abb. 31 & 32: Erstes und zweites Experiment der Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘. Bildquelle: C. Schult, 2013.

In der Zwischenzeit führen die Schüler*innen das zweite Experiment durch. Hierfür füllen sie die zwei großen PET-Flaschen jeweils zu einem Drittel mit Wasser. Um wieder künstlich Kohlenstoffdioxid herzustellen werden in eine der Flaschen etwa vier Brausetabletten gegeben. In beide Flaschen kommen Thermofühler (Drähte), die an Multimetern angeschlossen sind. Die Flaschen werden mit Stopfen verschlossen und bestrahlt. Gleichzeitig fangen die Schüler*innen an mit der Stoppuhr zu messen. Ein Anfangswert der Temperatur in beiden Flaschen wird notiert und dann wird die Temperatur für vier Minuten alle dreißig Sekunden gemessen und in einer Tabelle eingetragen. Am Ende sollen die Schüler*innen die Differenz zwischen den Anfangs- und Endwerten in Grad Celsius berechnen, vergleichen und erläutern in welcher Flasche sich die Luft stärker erwärmt hat und warum das so ist. Im besten Fall können die

Schüler*innen anhand ihrer eigenen Messungen erkennen, dass die mit Kohlenstoffdioxid versetzte Luft die Wärmestrahlung absorbiert und die Temperatur stärker ansteigen lässt, als die normale Luft. In der Flasche mit den Brausetabletten sollte die Temperatur mindestens zwei Grad wärmer sein. Oft ist sie höher, da die Schüler*innen durch die Brausetabletten einen kleinen, aber intensiven Treibhauseffekt herstellen.

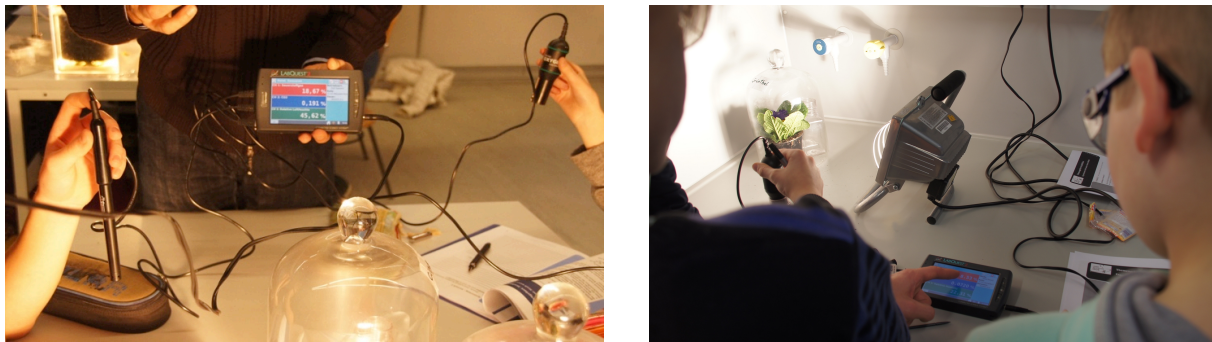


Abb. 33 & 34: Messungen an der Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘. Bildquelle: C. Schult, 2013.

Die Schüler*innen wenden sich nun wieder dem ersten Experiment zu. Sie messen mit dem LabQuest2-Handgerät und den Sensoren die Luftfeuchtigkeit, den Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxidgehalt in der Luft im Schülerlabor und in den beiden Flaschen unter den Glasglocken. Hierbei sollten sie vor allem Unterschiede beim Kohlenstoffdioxidgehalt und bei der Luftfeuchtigkeit messen. Ihre Ergebnisse diskutieren und notieren die Schüler*innen. Auf deren Grundlage argumentieren sie, in welcher der beiden Modellstädte es sich besser leben lässt.

Die Glasglocken stehen symbolisch für die Atmosphäre. Sie erzeugen eine Verstärkung des Treibhauseffekts, in dem sie die Lichtstrahlen durchlassen, diese vom Boden oder Objekten absorbiert werden und als Wärmestrahlung an die Luft abgegeben werden, welche nur schwer wieder aus den Glocken entweichen kann. In der ‚Zityweiler‘-Glasglocke erhitzt sich die Luft durch das künstlich hergestellte Kohlenstoffdioxid immer stärker, während die Pflanze in der ‚Grünthal‘-Glasglocke durch ihr ‚Schwitzen‘ für eine hohe Luftfeuchtigkeit sorgt und einen kühlenden Effekt hat. Der (anthropogene) Treibhauseffekt kann an dieser Station künstlich erzeugt und durch extreme Bedingungen in einem kurzen Zeitraum verdeutlicht und messbar gemacht werden.

Im ‚Handbuch Stadtklima‘ (2010) wird das Thema (anthropogener) Treibhauseffekt im Zusammenhang mit dem globalen Klimawandel erläutert. Die Autoren zählen Stoffe auf, die den anthropogenen Treibhauseffekt zusätzlich fördern und somit zum globalen Klimawandel beitragen. Dazu „zählen insbesondere Kohlendioxid (CO₂) mit einem Anteil am zusätzlichen

Treibhauseffekt von ca. 60%, Methan (CH₄, 15% Anteil), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW, 11% Anteil), Ozon (O₃, 9% Anteil), Distickstoffoxid (Lachgas N₂O, 4% Anteil) sowie mit geringeren Anteilen weitere Spurenstoffe. Als anthropogene Quellen dieser Spurenstoffe sind die Verbrennung fossiler Energieträger, Zerstörung der natürlichen Vegetation sowie intensive Land- und Viehwirtschaft zu nennen. (...). Durch diese Prozesse ist seit der Industrialisierung die mittlere Kohlendioxidkonzentration der Atmosphäre um ca. 36% von ca. 280 ppm im Jahr 1750 auf derzeit 411 ppm (Stand Dezember 2019, <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>, letzter Zugriff: 14.01.2020) gestiegen. Für den Zeitraum der Zunahme der Treibhausgaskonzentrationen kann eine globale Zunahme der mittleren Lufttemperatur beobachtet werden. Gegenüber dem Vergleichsjahr 1860 hat sich bis zum Jahr 2000 die Temperatur um ca. 0,8 K erhöht. (...). Der Zusammenhang zwischen der anthropogenen Erhöhung der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen und der globalen Erwärmung während der letzten zwei Jahrhunderte gilt als gesichert (Vereinte Nationen (IPCC), 2007). Es ist daher davon auszugehen, dass die mittlere globale Lufttemperatur weiter ansteigen wird, wenn anthropogene Treibhausgase weiterhin in die Atmosphäre emittiert werden.“ (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), 2010).

Diese Menge an Informationen zum Treibhauseffekt und dem globalen Klimawandel würden die Schüler*innen überfordern, daher wurde als Beispiel nur Kohlenstoffdioxid mit seinen temperaturfördernden Eigenschaften für die Station und das Projekt ausgewählt.

Bei dieser Station spielen diese Elemente und Einflussfaktoren eine Rolle: ‚Schadstoffe und Emissionen‘, ‚Infrastruktur, Versiegelung- und Bebauungsgrad‘, ‚Niederschlag und Luftfeuchtigkeit‘, ‚Strahlung, Reflexionsgrad und Wärmespeicherung‘ und ‚Grünflächen und Wasserflächen‘. Inhaltlich gesehen kommen Anteile aus Chemie, Physik, Geographie und Biologie an dieser Station vor.

Hier sollen die Schüler*innen lernen, dass der Mensch einen großen Einfluss auf seine Umwelt hat. Es soll deutlich gemacht werden, dass obwohl wir die Folgen des Klimawandels nicht jeden Tag spüren und beobachten können, sie trotzdem da sind. Die Schüler*innen sollen begreifen, dass nur geringe Zunahmen der Kohlenstoffdioxidmengen im Promillebereich erhebliche Folgen für die Temperatur und für das Klimasystem haben können. Eventuell wird ihnen hier die Dynamik und die ‚Vernetztheit‘ des Erd- und Klimasystems bewusster.

Grünes Köln

Die Station ‚Grünes Köln‘ (in Anlehnung des gleichnamigen Kapitels in Wiktorin et al., 2001) greift die Thematik Pflanzen und Klima nochmal im Speziellen auf. Für die Station werden ein bis zwei Aquarien mit Wasser, zwei Wasserpestbündel (Wasserpflanze), eine Waage, ein großes Becherglas, zwei Trichter mit je einem Schlauch und Spritze (dranmontiert), ein lichtdurchlässiger Zylinder, ein lichtundurchlässiger Zylinder, zwei Fotosynthese-Lampen und Stative benötigt.

Als Einstieg überlegen die Schüler*innen zunächst, welche Formen der Begrünung sie kennen und wo sich Grünflächen in ihrer Stadt befinden. Diese zeichnen sie dann auf einem Stadtplan ein. Mit Hilfe eines Puzzles (Bilder mit Pflanzen, chemischen Formeln, Tieren etc.) können die Schüler*innen dann zeigen, welche Zusammenhänge und Kreisläufe ihnen bekannt sind.



Abb. 35 & 36: Schüler*innen lernen an der Station ‚Grünes Köln‘ und Aufbau des Experiments an der Station ‚Grünes Köln‘. Bildquelle: C. Schult, 2013.

Unterstützt von dem/der Betreuer*in werden die Schüler*innen auf das Thema ‚Fotosynthese‘ gelenkt. Mit den Kärtchen des Puzzles können sie zeigen, ob sie den ungefähren Ablauf der Fotosynthese kennen. Im Anschluss überlegen die Schüler*innen sich mit Unterstützung des*r Betreuer*in, wie sie mit dem vorhandenen Material ein Experiment zur Fotosynthese durchführen können. Hierzu überlegen sie sich eine Fragestellung und eine Hypothese. Die Schüler*innen bauen dann den Versuchsaufbau auf und zeichnen diesen. In der Regel teilen die Schüler*innen die Wasserpest im Aquarium auf beide Zylinder auf, die Trichter mit Schlauch füllen sie mit Wasser und platzieren sie unter Wasser, luftdicht über die Zylinder. Die Zylinder werden anschließend für etwa zwanzig Minuten mit Lampen bestrahlt. Während des Experiments können die Schüler*innen bei dem lichtdurchlässigen Zylinder beobachten, dass Gasblasen aus der Wasserpest aufsteigen. Am Ende sollten sie beobachten können, dass in dem Trichter und dem Schlauch über dem lichtdurchlässigen Zylinder eine große Gasblase

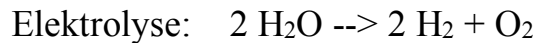
entstanden ist, die eventuell auch die Spritze am Ende herausdrückt. Die Schüler*innen diskutieren das Beobachtete und sollten zu dem Schluss kommen, dass es sich bei dem Gas um Sauerstoff handeln muss. Ihre Ergebnisse notieren sie auf dem Arbeitsblatt. Während der Wartezeit des Experiments können die Schüler*innen sich mit der Frage „Wie viel ist ein Baum wert?“ beschäftigen (Bundesamt für Natur, 2007). Hierfür lesen sie einen Informationstext vom Bundesamt für Natur, in dem vorgerechnet wird, dass um eine 100 Jahre alte Buche zu ersetzen, man etwa 2.000 junge Bäume pflanzen müsste, was etwa 150.000 Euro kosten würde (Bundesamt für Natur, 2007). Die Schüler*innen können nun draußen ähnlich große Bäume abzählen oder sich eine imaginäre Anzahl ausdenken und damit die Rechenaufgaben im Lückentext auf dem Arbeitsblatt erledigen. Sie berechnen die Sauerstoffproduktion der Bäume, wie viele Menschen mit diesem Sauerstoff pro (Sonnen-)Tag versorgt werden und sie rechnen den Geldwert der gezählten Bäume aus. Anschließend überlegen sie, wie sich Grünflächen im Allgemeinen auf die Temperatur in einer Stadt auswirken.

Auch dieser Station lagen eine Reihe von Elementen und Einflussfaktoren wie ‚Schadstoffe und Emissionen‘, ‚Infrastruktur, Versiegelung- und Bebauungsgrad‘, ‚Niederschlag und Luftfeuchtigkeit‘, ‚Strahlung, Reflexionsgrad und Wärmespeicherung‘ sowie ‚Grünflächen und Wasserflächen‘, zu Grunde. Die Station hat hauptsächlich biologische, chemische und mathematische Inhalte. Die Schüler*innen sollen die verschiedenen Funktionen und Formen von Begrünung in der Stadt kennenlernen. Sie sollen erkennen, dass Bäume neben der Sauerstoffproduktion vor allem für Städte wertvolle Funktionen erfüllen, zum Beispiel die Filterung der Atemluft und die Befeuchtung der Luft. Das Umrechnen in einen Geldwert macht die Bedeutung der Bäume für die Schüler*innen greifbarer.

Erneuerbare Energie

An der Station ‚Erneuerbare Energie‘ sollen die Schüler*innen ein Wasserstoffauto in Betrieb nehmen. Zuerst sollen sie im Einstiegsgespräch überlegen, welche traditionellen und erneuerbaren Energieträger sie kennen und wie diese sich voneinander unterscheiden. Als Hilfestellung sind auf dem Arbeitsblatt Bilder von Produktionsstätten für erneuerbare Energien. Im Folgenden lesen die Schüler*innen einen Informationstext, in dem es um die Abgasverschmutzung durch Autos mit Benzinmotor geht. Sie lernen danach die Wasserspaltung, die Elektrolyse, kennen. Hierbei werden Wassermoleküle unter Energiezufuhr in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Um diesen Effekt schneller zu verdeutlichen, wird

angesäuertes Wasser in den Hoffmann'schen Zersetzungsapparat gefüllt, welcher an einem Stelltransformator angeschlossen ist. Bei Gleichstrom wird die Spannung auf 12-15 Volt aufgedreht und die Schüler*innen können das Entstehen und Aufsteigen von Gasbläschen an den Metallplättchen in beiden Kolben des Gefäßes beobachten.



Wenn man diesen Vorgang lange genug beobachtet, erkennt man, dass die Gase in einem Verhältnis von 2:1 zu entstehen. Wer die chemische Formel von Wasser, H_2O , kennt, kann von dieser aus darauf schließen, welches Gas sich in welchem Kolben bildet Form (siehe Kasten oben). Während an der positiv geladenen Anode negativ geladene Sauerstoffmoleküle entstehen, entstehen an der negativ geladenen Kathode doppelt so viele positiv geladene Wasserstoffmoleküle.

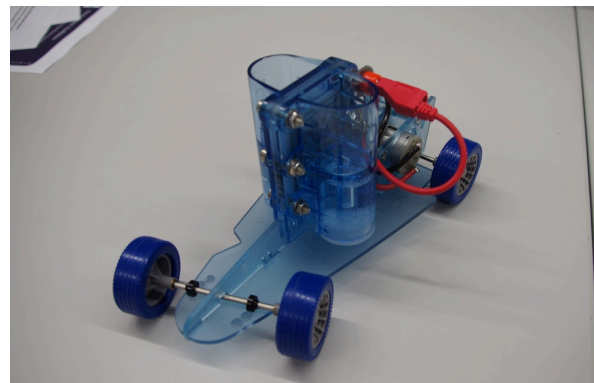
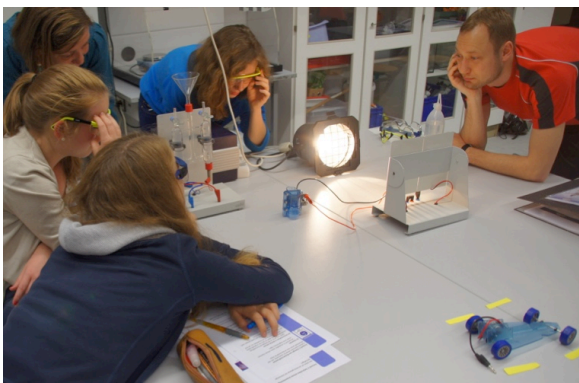


Abb. 37 & 38: Schüler*innen experimentieren an der Station ‚Erneuerbare Energie‘ und das Wasserstoffauto von der Station ‚Erneuerbare Energie‘. Bildquelle: C. Schult, 2013.

Haben die Schüler*innen dieses Prinzip verstanden können sie durch eine Transferleistung in etwa verstehen, was in der Brennstoffzelle des Wasserstoffautos geschieht. Zum Wasserstoffauto gehören unter anderem einfache, schülergerechte Anleitungen, mit denen die Schüler*innen auf mehreren Wegen selbstständig das Auto in Betrieb nehmen können. Zunächst müssen sie die Tanks der Brennstoffzelle mit (angesäuertem) Wasser füllen und mit Kappen schließen. Nun können sie die Brennstoffzelle entweder an einem Stelltransformator (elektrische Energie), an einer bestrahlten Solarpaneele (Wärme- und elektrische Energie) oder an einer Kurbel (mechanische bzw. kinetische Energie) anschließen, um das Wasser zu spalten und Wasserstoff herzustellen. Ist der 14 Milliliter große Tank ganz oder zum Teil mit Wasserstoff gefüllt, können die Schüler*innen überlegen, ob sie das Auto eine bestimmte

Strecke fahren lassen wollen oder ob sie es Runden fahren lassen. Hierbei können sie zusätzlich die Runden zählen, die Zeit stoppen oder ähnliches, um beispielsweise den Verbrauch oder die Geschwindigkeit des Autos zu messen. Am Ende diskutieren die Schüler*innen, ob Wasserstoff im klassischen Sinne überhaupt eine erneuerbare Energie ist oder eher eine alternative Energie. Für diese Station sind folgende Elemente und Einflussfaktoren von Bedeutung: ‚Schadstoffe und Emissionen‘, ‚Infrastruktur, Versiegelung- und Bebauungsgrad‘, ‚Wind und Luftzirkulation‘, und ‚Strahlung, Reflexionsgrad und Wärmespeicherung‘. Die Station hat hauptsächlich physikalische, chemische und mathematische Inhalte.

Zielgemäß sollen die Schüler*innen die Unterschiede zwischen traditionellen und erneuerbaren Energien verinnerlichen. Sie lernen Grundlagen der Elektrolyse kennen und durch die Inbetriebnahme des Wasserstoffautos werden sie technisch und mathematisch gefordert. Mit Hilfe des Gelernten sollen sie beurteilen können, ob ein Auto, das mit Wasserstoff fährt, tatsächlich von einer erneuerbaren Energie betrieben wird. Schließlich sollen aktuelle Vor- und Nachteile von erneuerbaren Energien mit den Schüler*innen diskutiert werden.

4.1.4 Beschreibung der Schulphase

Am letzten Termin im Schülerlabor werden Feedbackinterviews mit den Schüler*innen geführt, in denen sie zu ihren Eindrücken vom Labor, von den Stationen und Experimenten, von der Thematik, von der Betreuung und von ihrer eigenen (Mit-)Arbeit befragt werden. Das leitfaden-geführte Interview wird in den bereits bestehenden Gruppen (diese werden während der Einführung zugelost) geführt und mit Diktiergeräten aufgenommen. An diesem Tag erhalten die studentischen Betreuer*innen ebenfalls einen Feedbackbogen zum Ausfüllen (Schult & Bresges, 2014).

Ab diesem Zeitpunkt läuft das K.Ö.L.N.-Projekt in der Schule weiter. Um die Forschungsfrage nach der angemessenen Unterrichtsform zur Anknüpfung an das fächerübergreifende Modul beantworten zu können, verlaufen die Interventionen für die drei Vergleichsgruppen jeweils anders. Alle Gruppen schreiben zunächst einen Posttest und erhalten danach eine Nachbereitungsstunde. Für die Vergleichsgruppe III ist das K.Ö.L.N.-Projekt mit der Nachbereitung abgeschlossen. Für die Vergleichsgruppen I und II wird die Szenario-Methode (Reich, 2010) erneut angewendet. Hier sollen die Schüler*innen sich in ihren Projekten in unterschiedliche Rollen (Politiker*innen, Umweltschützer*innen, Tourist*innen etc.) hineinversetzen und ausgehend von der heutigen Situation ihre positive oder negative

Zukunftsversion für die Entwicklung des Stadtklimas in Köln sowie seine Auswirkungen vorstellen (Trendszenario) (Reich, 2010).

Während die Vergleichsgruppe II im Zeitraum von etwa vier Wochen (drei Unterrichtsstunden á 45 Minuten pro Woche) gelenkten Unterricht zum Thema ‚Stadtklima‘ erhält und zusätzlich in Partnerarbeit zu Hause eine Kurzpräsentation vorbereitet, darf die Vergleichsgruppe I in etwa derselben Zeit Projektarbeit in selbstgewählten Gruppen zum Thema ‚Stadtklima‘ machen und eine längere Präsentation vorbereiten (hierzu mehr in Kapitel 4.2.5). Sowohl Vergleichsgruppe I als auch Vergleichsgruppe II stellen nach den etwa vier Wochen ihre Präsentationen in der Klasse vor. Im Anschluss an die Präsentationen schreiben die Schüler*innen der beiden Vergleichsgruppen den zweiten Posttest und erstellen eine Map.



Abb. 39: Geplantes Ablaufschema für die Vergleichsgruppe I. Eigenes Diagramm, 2012.

Die Schulphasen für die Vergleichsgruppen I und II werden gemeinsam mit Frau Kasper, der Lehrerin, geplant. Die Vergleichsgruppe I hat in dieser Phase sehr viel Raum ihre eigenen Ideen und Kreativität einzubringen, da sie lediglich in ihren selbstgewählten Gruppen einen selbstgewählten Themenbereich und einen Leitfaden zur Unterstützung bekommen. Die vier Themenbereiche sind: ‚Begrünung der Stadt und alternative Ideen‘; ‚Unsere Stadt – eure Stadt‘; ‚Stadtklimatische Exkursion in Köln‘ und ‚Unser Konsumverhalten – Energie, Emissionen, Abwärme‘ (siehe Abb. 39). Die Projektleiterin und die Lehrerin nehmen eine eher beratende und unterstützende Funktion ein.

Für die Vergleichsgruppe II hingegen wird ein Unterrichtsplan für die vier Wochen entwickelt. Dieser Plan sieht vor, dass die Nachbereitung zur Laborphase ausführlicher und mit einem

Gruppenpuzzle durchgeführt wird. In der zweiten Woche erhalten die Schüler*innen den Auftrag in Partnerarbeit eigene Recherchen zur Stadt Köln in Hinblick auf Teilaspekte der vier obigen Projektbereiche. Neun Teilaspekte werden zugelost und haben alle die Aufgabe diese Fragen zu beantworten (siehe Kap. 4.2.8, S. 98). Diese Partneraufträge bearbeiten die Schüler*innen für die nächsten zwei Wochen zu Hause. In der dritten Woche wird in der Doppelstunde eine Auswahl an Film(-ausschnitten) die das Stadtklima im Allgemeinen, die klimatischen Verhältnisse in anderen Städten sowie zukunftsfähige Ideen thematisieren (siehe Unterrichtsplan im Anhang). Die Schüler*innen haben den Auftrag unter anderem die Inhalte, Fachbegriffe, Probleme und Chancen heraus zu filtern. Hierzu machen sich die Schüler*innen Notizen, damit sie nach jedem Film im Plenum diskutieren können.

Die Schüler*innen der Vergleichsgruppe II führen während ihrer Unterrichtszeit auch ein Interview mit einem Lehrer, der ein Passivhaus besitzt und entwerfen in einer Doppelstunde ein sich selbstversorgendes Haus, bevor sie am Ende der Schulphase ihre Partneraufträge präsentieren und den zweiten Posttest machen.

4.2 Akteure im K.Ö.L.N-Projekt

Im Folgenden werden die verschiedenen Akteure beschrieben. Zunächst werden die Projektleiterin sowie die studentischen Betreuer*innen, die zur universitären Ebene des Projekts gehören, beschrieben. Im Vordergrund stehen hierbei ihre Aufgaben. Danach werden die Lehrerin, als Expertin, und die Schule sowie die Schülergruppen (entspricht den Vergleichsgruppen) beschrieben. Schließlich wird der Projektablauf für die jeweilige Vergleichsgruppe beschrieben.

4.2.1 Die Projektleiterin

Die Projektleiterin hat mit einem Biologie- und Geographie-Lehramtsstudium (Staatsexamen) und als Doktorandin der Geographiedidaktik (vor allem physische Geographie) einen naturwissenschaftlichen und didaktischen Hintergrund. Durch die doppelte Betreuung aus der Geographie- und Physikdidaktik geht sie mit der Motivation verstärkt fächerübergreifend zu arbeiten in das Projekt hinein. Die Verantwortung für die Projektentwicklung, das Studiendesign, die Durchführung (mit Unterstützung) und Datenerhebung liegt in ihren

Händen. Für das Projekt wurden unter anderem von der Projektleiterin eine Fördersumme von 5.000 Euro über das Programm „KlimaBausteine“ vom KlimaKreis Köln eingeholt. Von dieser Summe wurde unter anderem eine wissenschaftliche Hilfskraft zur Unterstützung der Projektleiterin bezahlt. Die wissenschaftliche Hilfskraft (aus der Biologie- und Chemiedidaktik) hat die Projektentwicklung, insbesondere die Entwicklung der Stationen und Experimente, unterstützt. Sie hat etwa anderthalb Jahre (Zeitraum 2012 bis 2013) am Projekt mitgewirkt und unter anderem die erste Vergleichsgruppe mitbetreut. Sie war nicht an der Entwicklung des Studiendesigns oder der Datenerhebung sowie anderen Schritten beteiligt.

4.2.2 Die studentischen Betreuer*innen

Alle studentischen Betreuer*innen des Projektes sind Lehramtsstudierende. Der größte Teil (etwa zwei Drittel) von ihnen stammt aus der Geographiedidaktik und der kleinere Teil aus der Physikdidaktik, wobei ein Student auch beide Fächer studiert. Bei der Durchführung mit der ersten Vergleichsgruppe waren die Betreuer*innen ausschließlich aus der Geographiedidaktik. Bei der zweiten Vergleichsgruppe war ein Student mit beiden Studienfächern beteiligt. Alle anderen waren aus der Geographiedidaktik. Bei der Durchführung war nur noch ein Geographiestudent beteiligt und die anderen Betreuer waren Physikstudenten. Die Gruppe der studentischen Betreuer*innen setzte sich zum einen aus den Kontakten der Projektleiterin und zum anderen aus dem Bedarf der Studierenden bestimmte schulpraktische Studien, schriftliche Arbeiten (zum Beispiel Examensarbeiten) oder fehlende Exkursionstage abzuleisten, zusammen. Die Betreuer*innen führten ein Vorgespräch mit der Projektleiterin, danach wurden sie inhaltlich und didaktisch auf die Stationen und das Experimentieren mit Schüler*innen vorbereitet. Am Ende der Laborphase füllten die Betreuer*innen der ersten beiden Vergleichsgruppen einen Feedbackfragebogen aus (siehe Kapitel 5.5). Einige der studentischen Betreuer*innen haben die anschließende Schulphase begleitet.

4.2.3 Die Schule – Beschreibung des Lernumfelds und schulischen Hintergrunds

Es wurden insgesamt neun Schulen angeschrieben, sieben Gymnasien und zwei Realschulen, mit einem Informationsflyer zum Projekt und einem Anschreiben an die Schulleitung (siehe im Anhang). Die Auswahl der Schulen erfolgte über ihre Lage und die Überlegung, dass wenn das

Projekt mit dem geplanten Niveau sich von gymnasialen bzw. Realschüler*innen nicht bewältigen lässt, dann höchstwahrscheinlich auch nicht von Schüler*innen anderer Schulformen. Da das Projekt für Schulen sehr zeitaufwendig ist, war der Rücklauf auf die Anschreiben sehr schwach. Zwei Schulen meldeten sich, wovon die eine wenig später absprang. Am Ende kam eine Zusammenarbeit mit der Erzbischöfliche Liebfrauenschule, mit der engagierten Lehrerin Frau Kasper und ihrem Differenzierungskurs Biologie/Chemie (Biochemie) der Jahrgangsstufe acht zustande.

Das koedukative Gymnasium in Köln-Lindenthal ist eine Ganztagschule mit vier- bis fünfzügigen Jahrgangsstufen mit jeweils einer Musikprofilklasse. Laut Schulprogramm stehen „gemeinsames Lernen“ und „gemeinsam das Schulleben gestalten“ für die etwa 1.100 Schüler*innen und 90 Lehrer*innen im Vordergrund. „Als unser Bildungs- und Erziehungsziel verstehen wir den mündigen Menschen, der *aus christlicher Sinnorientierung heraus handelt*. Dazu gehört für uns ein vielfältiges Wissensangebot. Fachwissenschaftlich und unterrichtsmethodisch ist uns ein hoher Standard wichtig. In unserem differenzierten Unterrichtsangebot stehen Sprachen, Natur- und Gesellschaftswissenschaften in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander.“ (LFS-Schulprogramm Entwurfs: http://www.lfs-koeln.de/lfs/uploads/media/Schulprogramm_LFS_Entwurf.pdf, letzter Zugriff: 06.09.2016). In den Wahlpflichtbereichen der Schule kommt dieses Angebot zur Geltung. Ab der Jahrgangsstufe 6 haben die Schüler*innen im Wahlpflichtbereich I die Möglichkeit Latein oder Französisch als zweite Fremdsprache zu wählen. Im Wahlpflichtbereich II (auch Differenzierungsbereich genannt) ab der Jahrgangsstufe 8 geht es eher um die Neigungen und Interessen der Schüler*innen. Sie können neben dem sprachlichen Bereich nun auch einen Kurs aus dem musisch-künstlerischen, mathematisch-naturwissenschaftlichen oder gesellschaftlichen Bereich wählen (siehe Schulprogramm). Unter diesen fällt auch der (Differenzierungs-)Kurs Biochemie. Der Kurs beinhaltet Themen, wie Boden, Wasser, Chemie und Biologie in Labor und Praxis sowie Stoffkreisläufe in der belebten und un belebten Natur, die aus biologischer und chemischer Sicht betrachtet werden sollen (LFS-Broschüre zum Wahlpflichtbereich II: http://www.lfs-koeln.de/lfs/uploads/media/broschüre_wpBII-v2016_Jgst.7-1.pdf, S. 7, letzter Zugriff 06.09.2016). Da die Schüler*innen im Wahlpflichtbereich II nach Neigung wählen sollen, sind in diesem Kurs in der Regel Schüler*innen, die sich sowohl für biologische und chemische, als auch für andere mathematisch-naturwissenschaftliche Themen interessieren.

Auf Grund ihres guten Rufs und vielfältigen Angebots, die unter anderem auch noch aus Auslandsaufenthalten, Arbeitsgemeinschaften, einem Tutorensystem und vielem mehr besteht,

hat die Schule ein sehr großes Einzugsgebiet mit Schüler*innen aus vielen Stadtteilen Kölns (Homepage der Liebfrauenschule: <https://www.lfs-koeln.de>, letzter Zugriff 15.10.2019). Laut der Expertin kommen die Schüler*innen aus Haushalten mit hohem Bildungsniveau und gutem sozialen Umfeld.

4.2.4 Die Expertin – Lehrerin: Frau Kasper

Frau Ursula Kasper leitet seit einigen Jahren den Differenzierungskurs Biochemie. Sie ist auch Fachlehrerin für die Fächer Biologie und Chemie. Die Inhalte und der Lehrplan des Biochemie-Kurses unterliegen nur den schulinternen Fachbereichsbeschlüssen. Daher hat Frau Kasper sehr viel Flexibilität und Freiheit bei der Wahl der Kursinhalte, was sie auch im ersten Experteninterview zum Ausdruck bringt: „Wir haben (...) kein feststehendes Curriculum, sondern wir sind sehr frei in den Themen Mensch und Umwelt.“ (siehe Erstes Experteninterview zwischen Frau Kasper und Projektleiterin im Anhang, am 12.07.2013). So wurde es möglich, dass das K.Ö.L.N.-Projekt und das Thema ‚Stadtklima‘ in diesem Kurs Raum fanden. Durch Gespräche mit der Lehrerin als Expertin und einem Vorabbesuch konnte sich die Projektleiterin ein etwas besseres Bild von den Schülergruppen machen. Dennoch waren die Wissensdimensionen (Lehner, 2012) der Schüler*innen schwierig einzuschätzen. Ein Beispiel hierfür wird im ersten Experteninterview mit Frau Kasper deutlich. In diesem sagt sie: „(...) man hätte unser Schülerklientel noch ein bisschen mehr locken können. (...) die Arbeitsblätter der einzelnen Arbeitsgruppen waren sehr augenfällig konstruiert. (...) man (hätte) unsere Schüler jetzt, also von unserer Schule, noch ein bisschen mehr fordern können.“ (siehe Erstes Experteninterview zwischen Frau Kasper und Projektleiterin im Anhang, am 12.07.2013). Solche Beobachtungen oder Meinungen können hilfreich sein, treffen aber nicht immer zu.

Wie oben angeführt hat Frau Kasper sich ebenfalls dazu bereit erklärt Experteninterviews zu geben, in denen unter anderem ihre Beobachtungen unter Einbezug ihrer Fach- und didaktischen Kenntnisse, ihrer Erfahrung und ihrer Kenntnisse über das soziale Gefüge im Kurs diskutiert wurden (siehe Interviews und Storytelling im Anhang).

4.2.5 Die untersuchten Schülergruppen und Ablauf für die Gruppen

Wie oben bereits erwähnt können die Schüler*innen der Liebfrauenschule sich in der Jahrgangsstufe 7 für einen Kurs entscheiden, der ihren Neigungen entspricht und welcher in der achten Klasse beginnt. Daher setzt sich der Differenzierungskurs Biochemie aus fünf verschiedenen Jahrgangsklassen zusammen, mit der Folge, dass die Schüler*innen unterschiedliches Vorwissen (in den naturwissenschaftlichen Fächern) zum einen aus ihrem Klassenunterricht und zum anderen von zu Hause bzw. aus ihrer Freizeit mitbringen. Im Schnitt kann man aber von Vorwissen auf einem ähnlichen Niveau ausgehen. Im Allgemeinen dürften die meisten Schüler*innen, aufgrund der freiwilligen Wahl des Kurses, eine hohe (zunächst intrinsische) Motivation und ebensolches Interesse haben.

4.2.6 Ablauf der Studie für die einzelnen Vergleichsgruppen

An der Umsetzung des Projektes nahmen für diese Studie drei Gruppen teil, die Vergleichsgruppe I (N = 18), die Vergleichsgruppe II (N = 18) und die Vergleichsgruppe III (N = 26). Diese ergeben zusammen eine Stichprobe von insgesamt N = 62 Schüler*innen. Wie oben beschrieben stammen alle Schüler*innen der Gruppen von der Liebfrauenschule, haben denselben Differenzierungskurs bei derselben Lehrerin gewählt, sind in der Jahrgangsstufe 8 und im Alter von 12 bis 14 Jahren.

4.2.7 Vergleichsgruppe I und der Ablauf ihres K.Ö.L.N.-Projekts.

Die erste Gruppe nahm unter Begleitung ihrer Lehrerin Frau Kasper von April bis Anfang Juli 2013 am K.Ö.L.N-Projekt teil, wobei der Prätest aus organisatorischen Gründen bereits im Februar 2013 stattfand. Der Kurs bestand aus zehn Schülerinnen und acht Schülern, das heißt insgesamt aus N = 18 Schüler*innen im Alter von dreizehn und vierzehn Jahren. Im Folgenden wird dieser Kurs bzw. diese Schülergruppe nur noch Vergleichsgruppe I genannt. Die Vergleichsgruppe I hat in allen Untersuchungen und Daten die Anfangskodierung ‚SG‘ (ursprünglich Studiengruppe). Die Schüler*innen legten den Prätest (auch ‚Wissenschaftliches Antestat‘ genannt) am 22.02.2013 ab.

Im Schülerlabor

Auf Grund von Baumaßnahmen im Schülerlabor und den Osterferien begann der Rest des Projekts für diese Gruppe erst am 12. April 2013. Die Schüler*innen kamen an vier Terminen für etwa anderthalb Stunden in das Schülerlabor und experimentierten begleitet von studentischen Betreuer*innen an den sechs Stationen des fächerübergreifenden Moduls zum Stadtklima. Beim ersten Termin erhielten sie eine Einführung und wurden per Los in Gruppen geteilt, in denen sie alle Termine im Labor durchführten und am letzten Termin ein Feedbackinterview gaben.

In der Schule

Anschließend schrieben die Schüler*innen den Posttest 1 (auch ‚Erstes wissenschaftliches Abtestat‘) in der Schule und es gab eine kleine Nachbereitung zur Laborphase. Danach durften die Schüler*innen eigene Gruppen bilden und sich für eines der vier Forschungs-/Projektbereiche entscheiden: a) Begrünung der Stadt und alternative Ideen (eine Gruppe mit fünf Schülerinnen), b) Unsere Stadt – eure Stadt (eine Gruppe mit fünf Schülerinnen), c) Stadtklimatische Exkursion in Köln (zwei Gruppen mit je zwei Schülern), d) Unser Konsumverhalten – Energie, Emissionen, Abwärme (eine Gruppe mit vier Schülern). Die Schüler*innen sollten zunächst ihre Ideen mit ihrem Wissen aus ihrer Lebenswelt, der Schule sowie den Experimenten aus dem Schülerlabor verbinden, und sich dann beispielsweise in die Rolle eines Politikers/ einer Politikerin, Umweltbeauftragten/ Umweltbeauftragte, Designers/ Designerin, Architekten/ Architektin, Wissenschaftlers/ Wissenschaftlerin oder normalen Bürgers/ Bürgerin hineinversetzen.

Die Aufgabe lautete: „Überlegt und entwickelt, unter der Leitfrage, ‚Wie sieht unsere Stadt Köln und ihr Klima im Jahre 2050 aus?‘, ein Projekt, welches zu eurem Projektbereich passt und eure Vorstellung von der Stadt Köln und ihrem Klima im Jahre 2050 entspricht. Ihr dürft alle möglichen Materialien und Medien verwenden. Präsentiert dem Kurs eure Ergebnisse in etwa 4 Wochen!“

Die Schüler*innen hatten ein Forschungstagebuch mit Aufgaben, Fragen und Reflexionspunkten, das sie begleitend als Unterstützung bzw. Leitfaden verwenden konnten. Darin befanden sich Aufgaben und Fragen wie, ‚(zweite Woche) Schreibt das vorläufige

Konzept eures Projekts auf: ‘ oder ,Welche Materialien werdet ihr benötigen?‘. Insgesamt hatten die Schüler*innen 4-5 Wochen in der sie während der Unterrichtszeit des Biochemie-Kurses (drei Schulstunden á 45 Minuten) und zu Hause ihre Projekte vorbereiten konnten. Die Präsentationen vor dem Kurs dauerten etwa 20 Minuten. Die Schüler*innen zeigten vielfältige Ergebnisse mit verschiedenen Materialien und Medien. Im Allgemeinen schienen sie stolz auf ihre Ergebnisse zu sein und erhielten alle Noten (von Frau Kasper) im Bereich von sehr gut (+) bis gut (glatt). Anschließend schrieben die Schüler*innen den Postest 2 (auch ‚Zweites Wissenschaftliches Abtestat‘) mit der Zusatzaufgabe, eine Map zum Thema ‚Stadtklima‘ mit zwölf vorgegebenen Begriffen zu erstellen.

4.2.8 Vergleichsgruppe II und der Ablauf ihres K.Ö.L.N.-Projekts.

Die zweite Gruppe nahm, ebenfalls unter Begleitung der Lehrerin Ursula Kasper, von Oktober bis Dezember 2013 am K.Ö.L.N-Projekt teil. Der Kurs bestand zufällig auch aus zehn Schülerinnen und acht Schülern, was wiederum N=18 Schüler*innen zufolge hatte. Allerdings war die Altersspanne etwas breiter, da die Schüler*innen von zwölf bis vierzehn Jahre alt waren. Im Folgenden wird dieser Kurs bzw. diese Schülergruppe nur noch Vergleichsgruppe II genannt. Die Vergleichsgruppe II hat in allen Untersuchungen und Daten die Anfangskodierung ‚VG‘ (Vergleichsgruppe). Die Schüler*innen legten den Prätest am 23.09.2013 ab.

Im Schülerlabor

Die Schüler*innen der VG II kamen an vier Terminen für etwa anderthalb Stunden in das Schülerlabor und experimentierten begleitet von studentischen Betreuer*innen an den sechs Stationen des fächerübergreifenden Moduls zum Stadtklima. Bei dieser Gruppe gab es eine Unterbrechung durch die Herbstferien (19.10. – 03.11.13). So hatten sie vor und nach den Ferien je zwei Termine im Labor. Sie erhielten ebenfalls am ersten Termin eine Einführung und wurden dann per Los in Gruppen geteilt, in denen sie alle Termine im Labor durchführten und am letzten Termin ein Feedbackinterview gaben. Das Team der studentischen Betreuer*innen war komplett neu.

In der Schule

Vor der Schulphase wurde mit der Lehrerin zusammen ein Unterrichtsplan erstellt. Am 21.11.13 schrieben die Schüler*innen den Posttest 1 in der Schule und es gab eine längere Nachbereitung von etwa zwei Zeitstunden zur Laborphase.

In der nachfolgenden Unterrichtsstunde bekamen die Schüler*innen ihre ‚Klimaforscher-Aufträge‘ (siehe Anhang), das ‚Pendant‘ zu den großen Projekten der Vergleichsgruppe I. Allerdings waren die Themen vorgegeben, wurden zugelost und sollten in Partnerarbeit erledigt werden. Die Schüler*innen hatten in der normalen Unterrichtszeit kaum Zeit sich ihren Aufträgen zu widmen, sie sollten dort eher Informationen sammeln und die Aufträge größtenteils zu Hause erledigen. Vor den Weihnachtsferien sollten alle Paare eine (benotete) Kurzpräsentation in 5-8 Minuten halten. Hierfür durften sie Bilder, Powerpoint-Präsentationen, Plakate und Vorträge verwenden.

Alle Aufträge waren gleich aufgebaut: „Bearbeite in Partnerarbeit folgendes Thema:“, zum Beispiel: ‚Architektur und Planung der Stadt Köln.‘. Darunter standen auf dem Blatt passende Stichworte wie: Masterplan von Köln, Baustoffe etc. Danach folgte die Aufgabe: „Beantworte dabei folgende Fragen: 1.) Was hat dein Thema mit dem Stadtklima zu tun?; 2.) Warum betrifft dein Thema und Stadtklima den Menschen?; 3.) Wie könnte dein Thema in der Zukunft aussehen? Stelle dir dafür Köln im Jahre 2050 vor!“.

Darauf folgte eine Unterrichtsstunde in der die Schüler*innen Filmausschnitte als Impulsgeber zu sehen bekamen. Alle Ausschnitte enthielten Informationen zum Stadtklima, zum Beispiel *vertical farming* in Japan, Smog in China, Zukunftsvisionen einer komplett vernetzten und CO₂-neutralen Stadt und vielem mehr. Die Schüler*innen hatten den Auftrag die Inhalte, Probleme und Chancen, die sie erkennen zu notieren. Nach jedem Filmausschnitt wurden diese im Plenum diskutiert und Verständnisprobleme sowie Fachbegriffe geklärt. In der nächsten Doppelstunde wurde ein Lehrer als Experte für Passivhäuser eingeladen. Er erzählte, aus welchen Gründen er kürzlich mit seiner Familie ein Passivhaus gebaut hatte. Die Schüler*innen konnten ihn daraufhin befragen (interviewen) und im Plenum diskutieren. In der letzten Doppelstunde vor den Präsentationen hatten die Schüler*innen die Aufgabe ein selbstversorgendes Haus zu entwerfen. In den letzten Stunden der Unterrichtsreihe wurden die Präsentationen vor dem Kurs gehalten und (die Projekte) erläutert. Hierbei schienen einige Schüler*innen nervös und nicht gut vorbereitet. Die Präsentationen waren vielfältig und die Noten (sehr gut bis befriedigend) fielen etwas breiter gestreut aus als bei der Vergleichsgruppe

I. Alle Präsentationen wurden im Plenum kurz diskutiert. Zuletzt wurde am 16.12.2013 der Posttest 2 mit der Zusatzaufgabe, eine Map zu erstellen, geschrieben.

4.2.9 Vergleichsgruppe III und der Ablauf ihres K.Ö.L.N.-Projekts.

Die dritte Gruppe nahm unter Begleitung von Frau Kasper von Anfang Mai bis Juni 2015 am K.Ö.L.N-Projekt teil. Der Kurs bestand aus achtzehn Schülerinnen und acht Schülern, das heißt insgesamt aus $N = 26$ Schüler*innen im Alter von dreizehn und vierzehn Jahren. Im Folgenden wird dieser Kurs bzw. diese Schülergruppe nur noch Vergleichsgruppe III genannt. Die Vergleichsgruppe III hat in allen Untersuchungen und Daten die Anfangskodierung ‚NG‘ (Neue Vergleichsgruppe). Die Schüler*innen legten den Prätest am 04.05.2015 ab.

Modifikationen im Schülerlabor und in der Schule

Bei dieser Gruppe gab es im Ablauf einige Modifikationen gegenüber den anderen beiden Gruppen, welche im Folgenden beschrieben werden. Diese Gruppe legte den Prätest im Schülerlabor ab. Die Einführung fiel hier kürzer aus, die Schüler*innen wurden aber wie die anderen in vier Gruppen gelost. Hier wurde auch das fächerübergreifende Modul modifiziert, die Station ‚Kölner Oberflächen‘ wurde heraus genommen, weil aus den Feedback- und Experteninterviews hervor ging, dass diese Station für diese Schülerschaft zu einfach und absehbar zu sein schien (siehe Anhang). Dementsprechend wurde (als Reaktion auf diese Aussage) im Posttest 1 eine Frage, die darauf bezogen ist, entfernt. Außerdem wurden die Schüler*innen nicht von Studierenden eng betreut, sondern es wurde eine Lerntheke errichtet, bei der die Schüler*innen anhand von Anleitungen und Arbeitsblättern möglichst selbstständig die Stationen bearbeiten sollten. Sie kamen insgesamt an vier Terminen für etwa anderthalb Stunden in das Schülerlabor und machten ‚nur‘ fünf Stationen. Am Ende gaben die Schüler*innen und die Lehrerin dieses Mal keine Interviews. Es gab keine ausführliche Schulphase, keine Präsentationen sowie keinen Posttest 2. Der Posttest 1 mit der Zusatzaufgabe, eine Map zu erstellen, wurde vor der Nachbereitung geschrieben. Beides zusammen fand in einer Doppelstunde in der Schule statt. Mit der Nachbereitung war das Projekt für diese Gruppe beendet. Ursprünglich war keine dritte Vergleichsgruppe geplant, aber als die Schule erneut eine Teilnahme am Projekt anfragte, wurden bei der Durchführung Daten

mit erhoben. Somit kann die Vergleichsgruppe III als eine Art Kontrollgruppe gegenüber den anderen beiden Gruppen gesehen werden.

4.3 Das Studiendesign

Bei der Untersuchung handelt es sich zunächst um eine ‚explorative‘ Studie (Steiner & Benesch, 2015). Das zdi-Schülerlabor an der Universität zu Köln existierte noch nicht lange und somit gab es nur wenige Konzepte zur Umsetzung der Experimente und Stationen sowie zur engeren Zusammenarbeit mit Schulen.

Die Studie ist nicht nur deskriptiv, sondern auch ‚quasi-experimentell‘. Das heißt, sie unterliegt nicht den strengen Regeln einer experimentellen Studie. Da die Vergleichsgruppen im Rahmen ihrer selbst gewählten Differenzierungskurse (in diesem Fall Biochemie für alle Vergleichsgruppen) teilnehmen und somit die Gruppeneinteilung bereits gegeben ist, findet keine Randomisierung statt (Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P., 2015). Die einzige Stelle, an der in der Studie randomisiert wird, ist bei dem Zulassen der Schüler*innen in Kleingruppen im Schülerlabor vor der Durchführung des ‚fächerübergreifenden Moduls‘. Die mögliche Heterogenität der Untersuchungsgruppen wird größtenteils dadurch gemindert, dass die drei Vergleichsgruppen der gleichen Schule entstammen, in der Regel den Kurs freiwillig wählen, im Kurs von der gleichen Lehrerin unterrichtet werden und im gleichen Alter sind. Dennoch ist davon auszugehen, dass die Schüler*innen unterschiedliches Vorwissen sowie unterschiedliche Neigungen und Interessen besitzen, die die Daten beeinflussen können (Bortz & Döring, 2015). Die ausführliche Beschreibung des Projekts und dessen Entwicklung (Kapitel 4.1) lassen erahnen, dass das Studiendesign unter anderem aus einem Prä-Posttest-Design mit einem Follow-Up-Test bzw. zweitem Posttest, zur Erhebung der Wissensstände sowie Lernzuwächse der Schüler*innen zu verschiedenen Zeitpunkten (T 1, T 2 und T 3), besteht. Des Weiteren werden Daten durch Maps erhoben, die zeigen sollen wie stark die Schüler*innen das Gelernte vernetzen konnten, wie sie die komplexen Inhalte für sich strukturieren, welche Prozesse sie wiedergeben können und verstanden haben. Qualitative Daten werden durch Feedbackinterviews mit den Schüler*innen, Experteninterviews und teilweise durch Meinungs- und Bewertungsfragen in den Tests der Schüler*innen und in den Feedbackbögen der studentischen Betreuer*innen erhoben.

Die oben beschriebenen Abläufe für jede Vergleichsgruppe geben bereits eine gute Übersicht, ergänzend dazu die folgende Tabelle 1 und die Abbildung 40 zur Versuchsanordnung.

Gruppen	Vor Projekt (T1)	Intervention I	Zwischen Labor- und Schulphase (T2)	Intervention II	Nach Schulphase (T3)
Vergleichsgruppe I	Prätest mit Wissens-, Motivations- und Bewertungsfragen in der Schule.	Laborphase: Fächerübergreifendes Modul mit sechs Stationen zum Stadtklima. Beginn etwa zwei Monate nach dem Prätest statt.	Posttest 1 mit Wissens-, Meinungs- und Bewertungsfragen mit zusätzlichen offenen Fragen zu den Stationen.	Projektphase in der Schule. Schüler*innen arbeiten und entwickeln eigenständige Projekte zu einem Bereich des Stadtklimas. Etwa 4-5 Wochen lang.	Posttest 2 mit Erstellung einer Mindmap. Wissens-, Meinungs- und Bewertungsfragen mit zusätzlichen offenen Fragen zu den Stationen.
Vergleichsgruppe II	Prätest mit Wissens-, Motivations- und Bewertungsfragen in der Schule.	Laborphase: Fächerübergreifendes Modul mit sechs Stationen zum Stadtklima. Beginn zwei Wochen nach dem Prätest statt.	Posttest 1 mit Wissens-, Meinungs- und Bewertungsfragen mit zusätzlichen offenen Fragen zu den Stationen.	Unterricht in der Schule. Schüler*innen erhalten Unterrichtsstunden nach Plan zum Thema Stadtklima. Etwa 4-5 Wochen lang.	Posttest 2 mit Erstellung einer Mindmap. Wissens-, Meinungs- und Bewertungsfragen mit zusätzlichen offenen Fragen zu den Stationen.
Vergleichsgruppe III	Prätest mit Wissens-, Motivations- und Bewertungsfragen im Labor.	Laborphase: Fächerübergreifendes Modul mit fünf Stationen zum Stadtklima (‚Kölner Oberflächen‘ fielen weg). Beginn am gleichen Tag wie Prätest.	Posttest 1 und Erstellung einer Mindmap. Wissens-, Meinungs- und Bewertungsfragen mit zusätzlichen offenen Fragen zu den Stationen (hier fehlt die Frage zu den ‚Kölner Oberflächen‘).	Keine Intervention II. Posttest 1 und die Erstellung einer Mindmap werden eine Woche nach der letzten Laborsitzung in der Schule durchgeführt. Danach gibt es eine Nachbereitungsstunde.	Kein Posttest 2

Tab. 1: Ablauf für die jeweiligen Vergleichsgruppen. Eigene Tabelle.

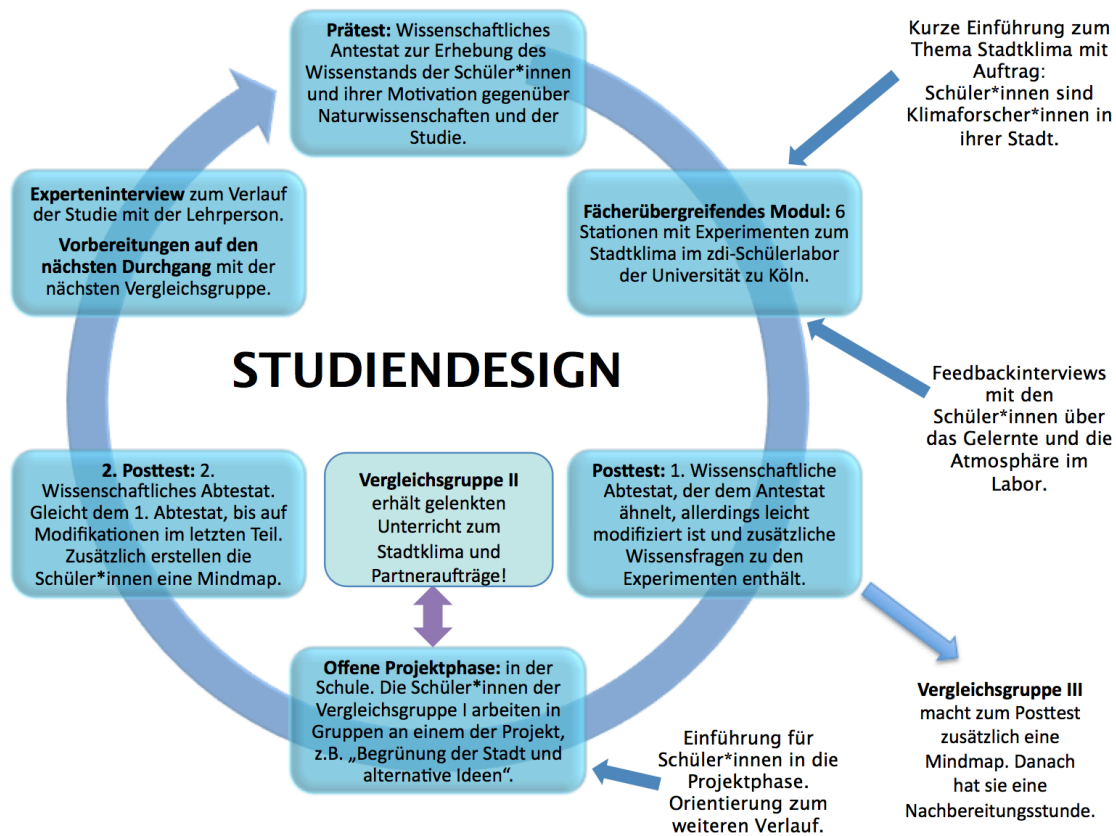


Abb. 40: Das Studiendesign. Zyklisch: je Durchgang mit einer Gruppe ein Zyklus. Eigene Abbildung.

5 Beschreibung der Daten und methodisches Vorgehen

In diesem Kapitel werden die Methoden und Instrumente zur Erhebung, Darstellung und späteren Analyse der Daten beschrieben. Folgende Datenquellen werden im Folgenden betrachtet:

1. An- und Abtestate von allen Vergleichsgruppen,
2. Mind- bzw. Concept Maps von allen Vergleichsgruppen,
3. Mixed Methods (Triangulation)
4. Lernprodukte des Projektes und der Schüler*innen,
5. Feedbackinterviews der Schüler*innen und die Experteninterviews mit der Lehrerin sowie die Feedbackbögen der studentischen Betreuer*innen.

Zunächst werden die Testate aus dem Prä-Posttest-Design mit ihrer Strukturierung und ihren Inhalten erläutert. Diese wurden vorwiegend mit dem der Statistiksoftware ,IBM SPSS

Statistics‘ Version 23 bis 25 und Microsoft Excel analysiert. Die Maps, die helfen sollen Aufschluss über den Vernetzungsgrad der Schüler*innen zum ‚Stadtklima‘ zu geben, werden mit einem eigens entwickelten Auswertungsinstrument in Form eines Stufenmodells analysiert. Aus den Testaten und Maps wird eine Typisierung der Schüler*innen der Vergleichsgruppe I und II mit Hilfe von ‚Mixed Methods‘ vorgenommen, daher wird an dieser Stelle die Triangulation von Daten kurz dargelegt. Diese Methode wird vorgestellt, um später die Daten der Testate und Maps besser verknüpfen zu können und eine solide Validität sowie Reliabilität zu erhalten. nachgedacht synthetisiert. Es schließt sich ein kurzes Kapitel zu Lernprodukten an. Zum Schluss werden die Feedback- und Experteninterviews sowie die Feedbackbögen der studentischen Betreuer*innen qualitativ betrachtet, unter anderem durch den Einsatz von Storytelling und zum Teil wurde MaxQDA zur Analyse der Interviews mit den Schüler*innen verwendet. Diese Daten waren jedoch nicht sehr zielführend und unterfüttern höchstens die oben genannten quantitativen Daten, so dass sie nur zusammengefasst im Kapitel 7 und im Anhang dieser Arbeit zu finden sind.

5.1 Die wissenschaftlichen An- und Abtestate

Die Begriffe ‚Wissenschaftliches Antestat‘ und ‚Wissenschaftliches Abtestat‘ werden während der Durchführung für die Schüler*innen verwendet. Sie sind lediglich eine andere Bezeichnung für die Prä- und Posttests im Studiendesign der Untersuchung. Die Expertin und Lehrerin, Frau Kasper, hat zu den oben genannten Begriffen geraten, da die Schüler*innen diese kennen und besser verstehen als Prä- und Posttest. Ihnen wird aber auch verständlich gemacht, dass die An- und Abtestate einer Untersuchung dienen, bei der es um den Lernzuwachs geht, und im engsten Sinne nicht benotet werden und vor allem nicht in ihre Schulnote einfließen. Des Weiteren werden die Testate kodiert und die Schüler*innen und die Lehrerin erhalten die Ergebnisse der Testate nicht im Einzelnen. Die Namensangabe der Testpersonen dient lediglich der Projektleiterin als Orientierungs- und Zuordnungshilfe zu den anderen Testaten (an anderen Zeitpunkten), Projektarbeiten und Lernprodukten.

Bei den Testaten handelt es sich um ‚Paper-Pencil-Tests‘, in denen das Fakten- und Zusammenhangswissen der Schüler*innen zum ‚Stadtklima‘ abgefragt werden. Durch die unterschiedlichen Frageformate wie offene, dichotome und Multiple-Choice-Fragen sind verschiedene Komplexitätsstufen eingebaut.

Die Testate dienen vorrangig als Instrument, um das Wissen der Schüler*innen an verschiedenen Zeitpunkten im Projekt zu erheben und um die Gruppen sowie einzelne Schüler*innen untereinander vergleichen zu können. Sie enthalten inhaltliche Fragen und Aussagen zum Klima, Klimaelementen und deren Zusammenhang sowie Wirkung auf die Stadt. Des Weiteren werden die Schüler*innen zu ihrer Motivation und zu ihren Erwartungen befragt. Außerdem sollen sie durch Benotungen ihre Meinung zu bestimmten Projektteilen darlegen. Bei ihrem letzten Testat übertragen die Schüler*innen zusätzlich das Gelernte in eine Map (siehe Kapitel 5.2) zum ‚Stadtklima‘.

5.1.1 Struktur der Testate

Die Testate sind in verschiedene Bereiche gegliedert, um sie besser analysieren zu können. Im Folgenden werden diese Bereiche kurz erläutert und mit Screenshots der Testate beispielhaft visualisiert (siehe Testate im Anhang):

- **Bereich 1:** Harte Daten wie Name (werden kodiert), Alter, Geschlecht etc. (entspricht H1-H4).

2. Wissenschaftliches Abtestat		Datum:
Name: _____	Alter: _____	Mädchen / Junge
Schule: _____	Klasse: _____	

- **Bereich 2:** Drei offene Fragen (entspricht F1-F3) mit dem Code ‚OFF1‘. Hier beantworten die Schüler*innen allgemeine Fragen zu Wetter, Klima und Temperatur. Diese Fragen sind in allen drei Testaten gleich.

Teil 1: Beantworte die Fragen schriftlich:
1. Welche Unterschiede kennst du zwischen Wetter und Klima?

- **Bereich 3:** Ist in zwei Teile geteilt, ‚a‘ und ‚b‘. ‚3a‘ (Teil 2) sind vier Multiple-Choice-Fragen (entspricht F4-F7) mit dem Code ‚MUL‘ mit mehreren Ankreuzmöglichkeiten. ‚3b‘ (Teil 3) sind dichotome Fragen (entspricht F8-F12) mit dem Code ‚DIC‘, das heißt es gibt nur zwei Ausprägungen. In diesem Fall sollen die Schüler*innen entscheiden, ob die fünf Aussagen richtig oder falsch sind. Diese Fragen sind in allen drei Testaten gleich.

Teil 2: Multiple Choice: Kreuze die richtigen Antworten an! ACHTUNG: Genau durchlesen! Es können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein:

4. Eine enge Bebauung der Stadt führt:

- zu einer guten Frischluftzirkulation
- zur Bildung von Hitzeinseln
- zu einer schlechten Versickerung des Niederschlags
- zur Bildung von Kälteinseln

**Teil 3: Entscheide dich, ob die Aussagen richtig oder falsch sind:
Kreuz deine Antwort an:**

8. Wenn wir zu Hause die Waschmaschine oder den Fernsehen benutzen, beeinflussen wir das Klima der Stadt.

Richtig Falsch

- **Bereich 4:** Kommt nur im Posttest 1 und 2 vor und sind gleich. Dieser Bereich besteht aus fünf (betrifft Vergleichsgruppe III) bzw. sechs offene Fragen mit dem Code ‚OFF2‘, die an die Stationen und dem Gelernten im Schülerlabor angelehnt sind.

Teil 4: Fragen zu Köln:

13. Welche Unterschiede können wir in Köln häufig zwischen freien Flächen und bebauten Flächen feststellen? Zum Beispiel zwischen dem Grüngürtel und der Altstadt?

- **Bereich 5:** Umfrage-Fragen (U1-U6) über Motivation und Meinungen der Schüler*innen. Dieser Bereich ist eigentlich nur im Prätest vorhanden, im Posttest 1 ist er nur durch eine Frage (U7) vertreten und im Posttest 2 entfällt er gänzlich.

Teil 4: Bitte beantworte noch diese Fragen:

13. Die Themen, die im naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs behandelt werden, finde ich... (Antwort unten umkreisen)

...immer gut - meist gut - manchmal gut, manchmal nicht gut - eher nicht gut - fast nie gut.

14 (a) Wie bearbeitest du am liebsten neue Themen in deinem Kurs?
(Du kannst auch mehrere Methoden ankreuzen.)

Gruppenarbeit
 Einzelarbeit
 als gesamter Kurs vorne an der Tafel/am Tageslichtprojektor/Beamer (Frontalunterricht)
 mit einem Arbeitsblatt

- **Bereich 6:** Die Bewertung des Konzepts, des Schülerlabors, ihrer eigenen Leistungen, des Unterrichts etc. durch die Schüler*innen mit Schulnoten. Dieser Bereich entfällt im Prätest. Die Fragen in den Posttests 1 und 2 sind ähnlich, da sie nach unterschiedlichen Interventionen abgeleistet werden. Sie haben im Posttest 1 die Abkürzung B 1.1-B 11.1 und im Posttest 2 die Abkürzung B 1.2-B 12.2 (siehe Tabelle im Anhang).

Teil 5: Bitte beantworte auch folgende Fragen:

Bitte umkreise in der Tabelle die Schulnoten als Bewertung.
Beispiele: + 2 - als gut plus oder + 4 - als ausreichend minus oder + 3 - als glatt befriedigend.

Frage	Tendenz							Tendenz
1) Wie hat dir die Projektphase in der Schule gefallen?	„Es war super.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Ich fand es gar nicht gut.“

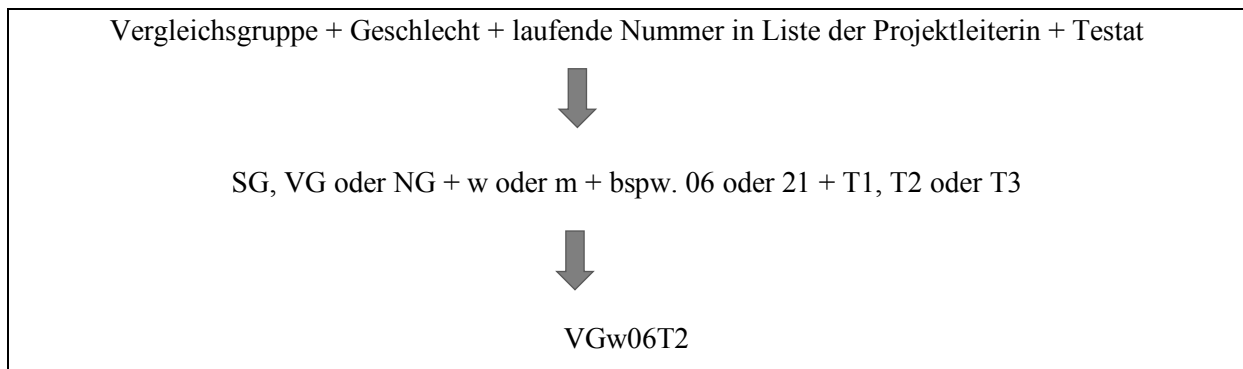
4

5.1.2 Übertragung der Testate in SPSS

Die obere Übersicht der Teststrukturen zeigt, dass viele unterschiedliche Daten erhoben werden. Diese müssen für ihre Analyse in SPSS übertragen werden, dafür war die Unterteilung in Bereiche wichtig, da jeder Bereich anders analysiert wird. Für die Auswertung der Testate mit SPSS wird zunächst ein Erwartungshorizont entwickelt (siehe Anhang), dieser ist vor allem für die offenen Fragen wichtig. Nach einer ersten Durchsicht wird der Erwartungshorizont angepasst und nach einem Probelauf in SPSS erneut angepasst.

Für jeden Bereich wird ein Punkteraster angelegt, um den Fragen bzw. Antworten eine Wertigkeit zu geben mit dem die Software ‚rechnen‘ kann und sie gleichzeitig zu kodieren. Bei

den harten Daten des ersten Bereichs wird zuerst für jede*n Schüler*in ein Code als Zeichenfolge eingetragen, der aus verschiedenen Merkmalen zusammengesetzt ist:



So hat jede*r Schüler*in einen eigenen Code bestehend aus den ersten fünf Positionen, während die letzten zwei Positionen anzeigen um welches Testat es sich handelt.

Das Alter und die Vergleichsgruppe werden bei SPSS numerisch eingegeben, das heißt ‚13‘ entspricht der/die Schüler*in ist dreizehn Jahre alt und ‚3‘ bedeutet er oder sie gehört zur Vergleichsgruppe III (NG). Das Geschlecht bekommt bei dieser Untersuchung ‚nur‘ zwei Werte ‚0‘ für männlich und ‚1‘ für weiblich. Bis auf das Alter sind diese alle Angaben nominal skaliert.

Der Bereich 6, bei der die Schüler*innen Schulnoten vergeben sollen, ist bei der Analyse der Testate der einzige Bereich, bei dem das Messniveau metrisch ist. Alle anderen Bereiche sind entweder nominal oder ordinalskaliert, was die Wahl der möglichen Testverfahren vorab einschränkt (siehe in Kapitel 6).

Bei der Dateneingabe in SPSS erhält jede Vergleichsgruppe zunächst ihr eigenes Datenblatt auf dem alle Ergebnisse der Testate kodiert werden. In einem späteren Schritt werden auch Datenblätter für die Testate erstellt, auf denen alle Ergebnisse aller Gruppen beispielsweise für Posttest 1 stehen. Nach der Eingabe in SPSS werden die Daten zunächst auf die Normalverteilung getestet. Da die Stichproben hier in der Regel unter $N = 50$ liegen wird der Shapiro-Wilk-Test angewendet, falls sie $N > 50$ betragen, kann man sich auch den Kolmogorov-Smirnov-Test anschauen. Die Daten der Untersuchung sind fast alle nicht normalverteilt, $p \leq 0,05$, das heißt, dass die Irrtumswahrscheinlichkeit hierfür bei 5% oder darunter liegt.

Da die Daten nicht normalverteilt sind, können der t-Test oder andere parametrische Tests nicht angewendet werden. Folglich werden nicht-parametrischen Tests für die Analyse der Daten der Testate mit SPSS angewendet, unter anderem:

- Der Mann-Whitney U-Test, eine univariante Analyse, um das Wissen der Vergleichsgruppen zum ‚gleichen‘ Zeitpunkt (Zeitpunkt: T1, T2 oder T3) im Projekt zu vergleichen.
- Der Wilcoxon W-Test, um den Lernzuwachs der jeweiligen Vergleichsgruppe (aber auch den der einzelnen Schüler*innen) zwischen den Testaten T1, T2 und T3 zu analysieren.
- Der Chi²-Test und Kreuztabellen, um Häufigkeiten zu vergleichen.
- Die Mittelwerte werden hinzugezogen, um Tendenzen und kleine Unterschiede einbeziehen zu können.
- Um die Effektstärke zu messen, muss man den Unterschied zwischen zwei Medianen „r“ berechnen. Es werden der Z-Wert (z) und die Fallzahl (N) benötigt um die Effektgröße (r) zu berechnen:

$$r = \frac{z}{\sqrt{N}}$$

Quelle: <http://www.statistik-und-beratung.de/2015/07/effektstaerke/>, letzter Zugriff: 10.05.2016.

Das Vorzeichen kann außer Acht gelassen werden, es werden nur absolute Zahlen verwendet.

- Cohens ω oder Cramers ϕ (Phi), um die Effektstärken bei den Chi²-Tests zu errechnen:

$$\phi = \sqrt{\chi^2/n} = \omega$$

$$\phi = \sqrt{\frac{\chi^2}{n}} = \sqrt{\frac{\chi^2}{1}} = \sqrt{\chi^2} = \sqrt{\sum_{i,j=1.1}^{k_i.k_j} \frac{(p_{b_{i,j}} - p_{e_{i,j}})^2}{p_{e_{i,j}}}} = \omega$$

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Effektstärke#Cramers_Phi.2C_Cramers_V_und_Cohens_w,

letzter Zugriff: 11.05.16

Für die Tests auf die Effektstärke wird nach ‚r‘ aufgelöst, da der Unterschied zwischen zwei Medianen und nicht zwischen zwei Mittelwerten (Auflösung nach ‚d‘) berechnet werden muss. Hierbei gilt: Ein Wert ‚r‘ unter 0,3 gilt als kleiner Effekt, Werte zwischen 0,3 und 0,5 als mittlerer Effekt und Werte größer als 0,5 als starke Effekte (<http://www.statistik-und-beratung.de/2015/07/effektstaerke/>). Ab einem Wert von ‚r‘ kleiner oder gleich 0,1 spricht man von einem schwachen Effekt.

In Kapitel 6 werden die Ergebnisse zu diesen Tests und Analysen vorgestellt. Zusätzlich wird auch eine Typisierung vorgenommen. Diese wird in Kapitel 6 mit den Testaten in Zusammenhang gebracht.

5.1.3 Mittelwerte und Mediane

Da die meisten Daten nicht normalverteilt sind, werden in der SPSS-Analyse nicht-parametrische Tests angewendet. Für diese Tests wird der Median verwendet, da er nicht so anfällig für Ausreißer ist. Außerdem berücksichtigt der Median eine eventuelle Schiefe der Daten.

Obwohl sie bei den späteren Analysen mit den nicht-parametrischen Testverfahren keine Rolle spielen, wird hier auf die Mittelwerte eingegangen. Dies begründet sich darin, dass die Mittelwerte Tendenzen aufzeigen können und kleine Unterschiede in den Daten in Diagrammen besser visualisieren (siehe Abb. 41). Die beiden folgenden Diagramme aus den Prätests sind exemplarische Beispiele für alle Diagramme, die mit den erhobenen Daten zu den Wissensfragen erstellt wurden.

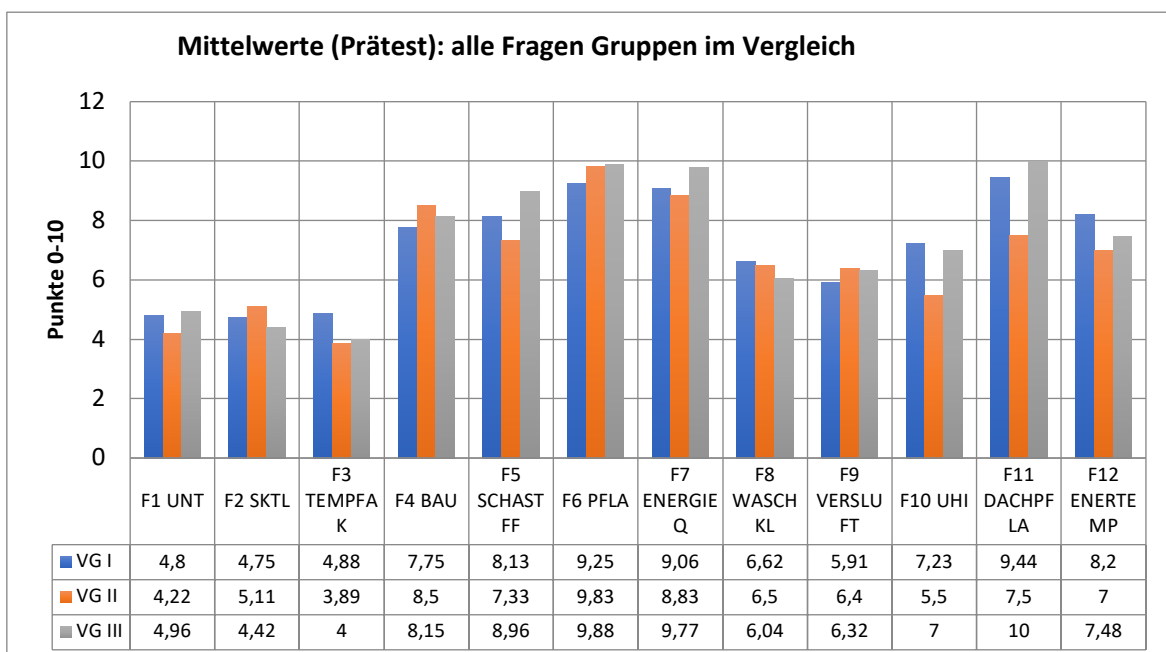


Abb. 41: Beispieldiagramm Mittelwerte aller Fragen im Prätest. Eigenes Diagramm. 2018.

In dem oberen Diagramm sind die arithmetischen Mittel für die zwölf Wissensfragen (F1 - F12) für jede Vergleichsgruppe dargestellt. So können die Gruppen untereinander verglichen sowie die Leistungen bei jeder Frage und in jedem Bereich (Entspricht dem jeweiligen Frageformat

„OFF1“, „MUL“ und „DIC“. Siehe auch die Beschreibung und Aufschlüsselung der Struktur der Testate in Kapitel 5.1.1 und im Anhang.

Auffällig ist, dass alle Vergleichsgruppen offensichtlich eher Schwierigkeiten mit dem Bereich „offene Fragen 1“ (OFF1, F1 - F3) haben, als mit den beiden anderen Bereichen „Multiple-Choice-Fragen“ (MUL, F4 – F7) und „dichotome Fragen“ (DIC, F8 – F12). Sie beantworten die offenen Fragen im Mittel am schlechtesten. Bei den Fragen F6, F7 (beide MUL) und F11 (DIC) erzielen die Gruppen im Schnitt die meisten Punkte. Die Vergleichsgruppe III (VG III) erzielt bei F11 im Mittel sogar die Höchstpunktzahl von zehn Punkten, was bedeutet, dass alle Schüler*innen dieser Gruppe diese Frage im Prätest richtig beantwortet haben. Hier kommt es eventuell zu einem sogenannten „ceiling effect“ (engl.), auf Deutsch „Deckeneffekt“ oder „Plafond-Effekt“ genannt. Ein kurzer Diskurs zum „Deckeneffekt“ folgt am Ende des Abschnitts.

Zum Vergleich werden nun die Mediane der Ergebnisse für alle Wissensfragen und Vergleichsgruppen dargestellt und diskutiert.

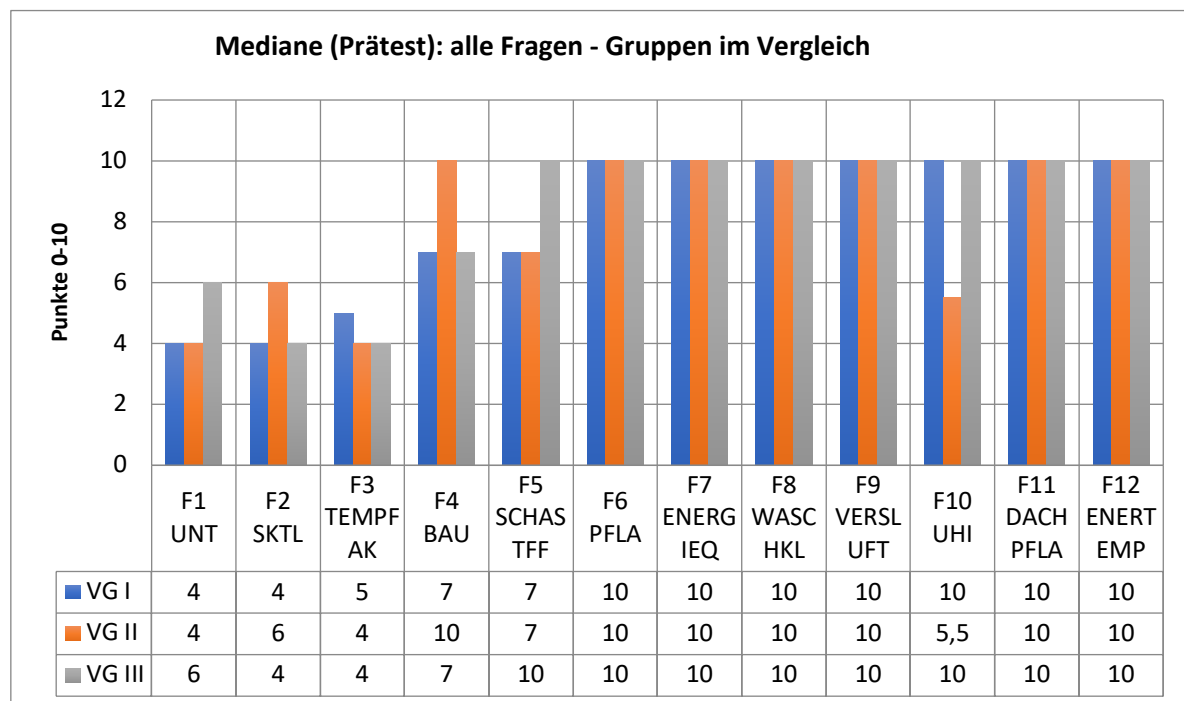


Abb. 42: Beispieldiagramm Mediane aller Fragen im Prätest. Eigenes Diagramm. 2018.

Im oberen Diagramm ist gut erkennbar, dass die Gruppen, ähnlich wie im Diagramm mit den Mittelwerten, im Bereich OFF1 (F1 – F3) deutlich die schlechtesten Ergebnisse erzielen. Weiterhin auffällig ist, wie häufig der Höchstwert „10“ erreicht wird. Dieses liegt an der Art wie der Median ermittelt wird. Hier wird eine Zahlenreihe mit der erreichten Punktzahl jedes/r

Schülers/in bei der Frage nach Wertigkeit aufsteigend erstellt. Bei einer ungeraden Anzahl an Werten, Ergebnissen, Probanden etc. wird der mittlere Wert der Zahlenreihe als Median bestimmt. Bei einer geraden Anzahl wird in der Regel das arithmetische Mittel der beiden mittleren Werte errechnet und somit der Median bestimmt. Die Stichprobe wird also so geteilt, dass die eine Hälfte nicht größer und die andere Hälfte nicht kleiner ist als der Median. Für diese Untersuchung bedeutet, dass sobald zwei der Schüler*innen mehr als die Hälfte ($n/2+2$) einer Gruppe die Höchstpunktzahl „10“ erreichen, der Median bei dieser Frage für diese Gruppe automatisch bei „10“ liegt. Bei einer ungeraden Anzahl von Werten reicht auch eine/r mehr als die Hälfte der Schüler*innen ($n/2+1$). Dies gilt vor allem bei den dichotomen Fragen, bei denen es entweder nur einen Punkt für das falsche oder zehn Punkte für das richtige Ergebnis gibt. Es sind keine Abstufungen vorhanden. Bei den Multiple-Choice-Fragen kommt es ebenfalls häufig vor, dass der Median bei „10“ liegt, weil es hier bei der SPSS-Analyse ebenfalls mit vier möglichen Punktzahlen nur wenige Abstufungen gibt (1, 4, 7 und 10).

Diskurs: Deckeneffekt bzw. Höchstwerteffekt

Bei Betrachtung der Diagramme mit Medianen, lässt sich schnell ein ‚Deckeneffekt‘ (auf engl. ceiling effect) vermuten. ‚Deckeneffekte‘ sind ‚Effekte, die das ‚Zusammendrängen‘ vieler Objekte mit starker, aber unterschiedlicher Merkmalsausprägung in der obersten Kategorie – der ‚Decke‘ – (...) – bezeichnen.“ (Bortz & Döring, 2015, S. 182). Das heißt, ein überproportional hoher Anteil der Stichprobe hat die Höchstpunktzahl bzw. den Höchstwert erreicht und es ist keine signifikante Steigerung mehr bei den Werten möglich. Hierzu schaut man sich auch an, wie viele aus der Stichprobe sich im mittleren Bereich zwischen 1 und 95 bzw. 99 % befinden. Ein Test oder eine Frage bei dem/r ein ‚Deckeneffekt‘ auftritt, hat methodisch oft wenig Varianz, weil die ‚Decke‘ bzw. das Niveau des Tests oder der Frage zu niedrig ist. Somit sinkt bei einem Test oder einer Frage mit ‚Deckeneffekt‘ die interindividuelle Differenzierungskraft eines Testverfahrens und die Unterschiede zwischen Proband*innen in den Extrembereichen, also Teilnehmer*innen mit sehr gut bzw. sehr schlechten Ergebnissen oder Werten, werden nicht angemessen ermittelt (www.lexikon.stangl.eu). Im Grunde kann man von einem ‚Messfehler, der auf eine Überschreitung des Messbereichs beruht‘ ausgehen und als schlechter Test oder Frage dazu führt, dass viele Teilnehmer*innen Höchstwerte schaffen, obwohl ihre wahre Leistungsfähigkeit sehr verschieden ist (www.lexikon.stangl.eu).

Oben wird angedeutet, dass das scheinbar häufige Auftreten des ‚Deckeneffekts‘ schon im Prätest, wohl eher mit der Darstellung der Ergebnisse (Mediane im Diagramm) zu tun hat. Rechnet man nach, stellt man fest, dass selbst bei den Fragen, die im Mittel am besten von den Schüler*innen im Prätest beantwortet wurden, kein Deckeneffekt auftritt, da sich noch mindestens 10 % der Schüler*innen im mittleren Bereich (1 – 95 bzw. 99%) mit ihren Ergebnissen aufhalten. Es kann im Prätest allenfalls bei der Vergleichsgruppe III in Frage 6 von einem ‚Deckeneffekt‘ die Rede sein, da hier tatsächlich alle Schüler*innen die Höchstpunktzahl erreichen. Hieraus kann man interpretieren, dass die meisten Schüler*innen die Wirkung(en) von Pflanzen in Städten kennt und vielleicht ein sehr geringer Teil die richtigen Ankreuzmöglichkeiten erraten hat. Die Frage könnte also für diese Gruppe zu leicht gewesen sein, oder eventuell hat die VG III das Thema bereits im Kurs besprochen. Allgemein wird sich in den weiteren Tests zeigen, ob diese Frage oder andere Fragen zu leicht sind.

Diskurs: Bestimmtheitsmaß

Nimmt man den Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizient r_{XY} zum Quadrat erhält man das Bestimmtheitsmaß, oder auch Determinationskoeffizient genannt, R^2 oder r^2 . Dieses ist ein Maß für die Modellanpassung beim Regressionsmodell (<http://eswf.uni-koeln.de/glossar/node101.html>, letzter Zugriff: 22.06.2018). R^2 entspricht hierbei dem „Anteil erklärter Varianz“ (<http://eswf.uni-koeln.de/glossar/node101.html>, letzter Zugriff: 22.06.2018). Als Interpretationshilfe erklärt es zu welchem Anteil das Ergebnis mit den (eingesetzten) Variablen erklärt werden kann. In dieser Arbeit wird das Bestimmtheitsmaß an einigen Stellen berechnet um zu visualisieren zu welchem Anteil die Interventionen die Ergebnisse erklären können.

5.1.4 Itemanalyse der wissenschaftlichen Testate

Zum Schluss werden die Testate auf ihre Reliabilität untersucht. Hier werden die Wissensfragen des Prä- und Posttests durch eine Itemanalyse untersucht und getestet. Zunächst werden die bei SPSS codierten Punkte bzw. Werte in Excel in ein duales Punktesystem umgewandelt. Dabei werden die Werte wie folgt umgewandelt: ‚0‘, ‚1‘, ‚2‘ und ‚4‘ werden durch ‚0‘ ersetzt und bedeuten der/die Schüler*in hat die Frage (eher) falsch beantwortet. ‚6‘, ‚7‘, ‚8‘ und ‚10‘ werden durch ‚1‘ ersetzt und bedeuten der/die Schüler*in hat die Frage (eher) richtig beantwortet. Die

Angabe ‚999‘ und ‚.‘ bedeuten der/die Schüler*in hat die Frage nicht beantwortet, sie werden durch eine leere Fläche ersetzt.

Diese umgewandelten Werte werden nun von Excel in SPSS übertragen. Die Tests werden jeweils einzeln analysiert, das heißt für den Prätest werden 12 Fragen bzw. Items und für den Posttest werden 18 Fragen bzw. Items analysiert. Danach werden die Tests zusammengelegt, sodass die(selben) ersten 12 Fragen bzw. Items analysiert werden mit $N = 124$ Schüler*innen. Untersucht werden Cronbach's Alpha α , die Itemtrennschärfe und -schwierigkeit. Diese werden zunächst theoretisch beschrieben um schließlich in Kapitel 6.5.5 mit den Ergebnissen der Itemanalyse der Testate diskutiert zu werden.

5.1.5 Cronbach's Alpha

Die Reliabilität bzw. die Zuverlässigkeit drückt aus in welchem Maße es wahrscheinlich ist, dass ein Test gleichbleibende Ergebnisse hervorbringt (<http://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/>, letzter Zugriff: 30.10.18). Theoretisch bewegt sich der Wert des Koeffizienten zwischen null und eins, wobei null ‚keine Reliabilität‘ und eins ‚vollständige Reliabilität‘ bedeutet (<http://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/>, letzter Zugriff: 30.10.18). Bei ScorePak® bewegt sich der Wert für 95% der Tests im Klassenzimmer in etwa zwischen 0,5 und 0,9 (<http://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/>, letzter Zugriff: 30.10.18). Gemeint ist, dass bei einer hohen Reliabilität Schüler*innen, die eine Frage richtig beantworten auch andere Fragen im gleichen oder in ähnlichen Tests richtig beantworten. Bei einer niedrigen Reliabilität verhält es sich so, dass die Schüler*innen nicht unbedingt andere Fragen im gleichen oder in ähnlichen Tests richtig beantworten, da die Korrelation zwischen den Items nicht hoch genug ist. Dem zu Grunde liegt, dass Cronbach's Alpha um so größer wird je höher die Korrelation zwischen den Items und je mehr Items in die Skala eingehen (http://commonweb.unifr.ch/artsdean/pub/gestens/f/as/files/4660/43349_003740.pdf, letzter Zugriff: 30.10.18). Für wichtige Entscheidungen mit großem Ausmaß sollte der Koeffizient möglichst hoch sein, für kleinere Untersuchungen ist dies nicht unbedingt notwendig (<http://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/>, letzter Zugriff: 30.10.18). Dennoch stufen sie Reliabilitätskoeffizienten von 0,5 und niedriger

als fraglich ein und verweisen darauf, dass die zugehörigen Tests überarbeitet werden sollten.
Auch

Hinton, Brownlow, McMurray & Cozens (2004) sehen bei Koeffizienten unterhalb von 0,5 eine niedrige Reliabilität bzw. Zuverlässigkeit des Tests. Dennoch gibt es keine vereinbarten Standards, vielmehr ist diese von dem Fachgebiet in dem untersucht wird abhängig. Beispielsweise sind Ingenieure auf eine hohe Reliabilität angewiesen, da es auf die Präzision ihrer Instrumente, Berechnungen etc. ankommt, während in der Schulforschung oder in psychologischen Forschungsgebieten, wo Gebilde instabiler sind und öfter von externen Einflüssen abhängen und beeinflusst werden, eine niedrige Reliabilität akzeptabel ist.

5.1.6 Itemtrennschärfe

Die Itemtrennschärfe dient der Selektion messgenauer Items (https://www.ph-freiburg.de/fileadmin/dateien/fakultaet1/psychologie/Uploads/wirtz/Henning-Kahmann/Hartig_Jude_2004_Itemanalyse.pdf, letzter Zugriff: 31.10.18). Die Itemtrennschärfe wird in der SPSS-Ausgabe in der Spalte ‚Korrigierte Item-Skala-Korrelation‘ angezeigt und sollte über 0,2 liegen (vgl. ebd.). Ein Item dessen Trennschärfe unterhalb von 0,2 liegt, sollte in der Regel überarbeitet werden oder aus der Analyse entfernt werden. Wobei ScorePak® eine Itemtrennschärfe über 0,3 als „gut“ klassifiziert und eine zwischen 0,1 und 0,3 als „angemessen bzw. ordentlich“ (<http://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/>, zuletzt aufgerufen am 31.10.18). Werte unter 0,1 werden als „dürftig bzw. schlecht“ betrachtet.

Es kann vorkommen, dass Items ein negatives Vorzeichen tragen. Dies deutet daraufhin, dass Schüler*innen, die im ganzen Test keine guten Leistungen zeigen, bei dieser Frage richtig antworten, oder dass Schüler*innen, die sehr gute Leistungen im Test zeigen, diese Frage nicht richtig beantworten (<http://sites.psu.edu/itemanalysis/discrimination/>, letzter Zugriff: 31.10.18). Das heißt, dass die Frage wahrscheinlich dürftig gestellt ist, Missverständnisse aufwirft oder vielleicht falsche Antwortmöglichkeiten anbietet. Daher sollten die Items bzw. Fragen klar geschrieben bzw. gestellt sein, es sollte nur eine richtige Antwortmöglichkeit geben und der Lösungsschlüssel sollte fehlerfrei sein (<http://sites.psu.edu/itemanalysis/discrimination/>, letzter Zugriff: 31.10.18).

5.1.7 Itemschwierigkeit

Die Itemschwierigkeit ist relevant, um zu bestimmen, ob die Schüler*innen die zu testenden Begriffe und Inhalte verstanden haben. Die Itemschwierigkeit ist in der Regel ‚per Hand‘ mit folgender Formel auszurechnen:

$$P_i = \bar{\chi}_i / \max(\bar{\chi}_i) \times 100$$

Wobei $\bar{\chi}_i$ dem Itemmittelwert und $\max(\bar{\chi}_i)$ dem maximal erreichbaren Wert (der k Stufen) entspricht. Die Itemschwierigkeit drückt sich in dieser Formel in der Einheit Prozent aus. Ziel sollte sein, eine angemessene Mischung an Schwierigkeitsstufen herzustellen (<http://sites.psu.edu/itemanalysis/difficulty-2/>, letzter Zugriff: 31.10.18). Das heißt, dass nur wenige Items „sehr schwer“ sein sollten, während manche „schwer“ sowie manche „mittelschwer“ sind, und wieder wenige Items „einfach“ sein sollten (<http://sites.psu.edu/itemanalysis/difficulty-2/>, letzter Zugriff: 31.10.18.). Haben nur 20% oder weniger der Befragten das Item richtig, gilt es als „sehr schwer“. Ein Item ist „schwer“, wenn 21 – 60% der Befragten es richtig haben und „mittelschwer“, wenn 61 – 90% es richtig haben. Falls 91 – 100% der Befragten das Item richtig haben, ist es (zu) „einfach“ (vgl. ebd.). Wobei Itemschwierigkeiten von unter 20% meistens als „zu schwer“ und welche über 80% als „zu einfach“ gelten (https://www.ph-freiburg.de/fileadmin/dateien/fakultaet1/psychologie/Uploads/wirtz/Henning-Kahmann/Hartig_Jude_2004_Itemanalyse.pdf, letzter Zugriff: 31.10.18).

Auch hier legt SorcePak® ein eigenes beliebiges Maß an, nach dem Items: als „einfach“ gelten, wenn 85% der Befragten oder mehr sie richtig haben, als „mittelschwer“, wenn 51 – 84% sie richtig haben und als „schwer“, wenn 50% oder weniger sie richtig haben (<http://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/>, letzter Zugriff: 31.10.18).

Außerdem bringen unterschiedliche Frageformate unterschiedliche ihre Itemschwierigkeitsgrenzen mit sich, zum Beispiel liegt die ideale Schwierigkeitsgrenze für Multiple-Choice-Items mit vier Ankreuzmöglichkeiten (in Bezug auf ihr Trennschärfenpotential) bei 74% und für dichotome Items bei 85% (<http://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/>, letzter Zugriff: 31.10.18). Bei Multiple-Choice-Items mit mehrfach bzw. x-beliebigen Antworten, kann die Itemschwierigkeitsgrenze unter 74% sinken.

5.2 Mind- und Concept Maps (Begriffsnetze)

Am Ende des letzten wissenschaftlichen Testats sollen die Schüler*innen folgende Aufgabe zu lösen:

13) Schau dir die folgenden 12 Begriffe zum Stadtklima an und ordne sie sinnvoll zu einem Mindmap an. Verwende beschriftete Striche und Pfeile um die Begriffe zu verbinden:

Kohlenstoffdioxid (CO₂), Luftzirkulation, Grünflächen, Versiegelung, Temperatur, Niederschlag, erneuerbare Energien, Strahlung, Hitzeinseln, geographische Lage, Schadstoffe, Einwohnerzahl

Es wird hier um die Erstellung eines Mindmaps gebeten und es wird eine gewisse Vernetzung der Begriffe erwartet, da die Schüler*innen dazu aufgefordert werden Striche und Pfeile zu beschriften. Sie sollen versuchen Relationen, Prozesse oder andere Verbindungen zwischen den Begriffen herzustellen. Die Vorgabe von Begriffen dient dem Zweck eine Referenz bei der Analyse zu haben. Ohne diese Vorgabe könnte eine weite Streuung an Begriffsverwendungen durch die Schüler*innen entstehen. Was insofern positiv wäre, um eine breitere Einsicht in die Kreativität und Vorstellungen der Schüler*innen zu bekommen, allerdings würde dies die Analyse, die Ergebnisdarstellung sowie das Treffen konkreter Aussagen über jene erheblich erschweren. Bei der Durchsicht stellt man fest, dass ein guter Teil der Schüler*innen darstellen, welche Verknüpfungen sie zwischen den Begriffen sehen und beschriften diese, wodurch eine Concept Map entsteht. Somit zeichneten sie zum Teil stark vernetzte und komplexe Maps bzw. Netze. Für die spätere Analyse mit dem selbst entwickelten *Tool* wird dies insofern berücksichtigt, dass zunächst alle Maps wie Concept Maps behandelt werden.

5.2.1 Mind- und Concept Maps – Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Beide gelten als Begriffsnetze und „sind organisierte und strukturierte Darstellungen von Schlüsselbegriffen (z. B. auch als Text-Bild-Kombinationen).“ (Kircher et al., 2015, S. 870). In Haubrich (2006) beschreibt Reinfried, dass Mind-Mapping und Concept Mapping die häufigsten Mapping-Verfahren sind und beruft sich hierbei auf Novak (1998) und Buzan &

Buzan (2002). Hierbei gelten Mindmaps als nicht-lineare Inhaltverzeichnis, welche ein zentrales Thema oder Konzept als Ausgangspunkt haben. Von diesem aus werden Teilthemen assoziiert, die in Schlüsselbegriffe untergliedert werden (Haubrich, 2006). Hierbei werden die Linien bzw. Verbindungen nicht beschriftet. Während Concept Maps das Ziel haben komplexe Themen und Zusammenhänge besser zu verstehen und sichtbar zu machen, sollen Mindmaps „helfen, verstandenes Handlungswissen zu entwickeln, metakognitive Fertigkeiten zu schulen und Lernstrategien aufzubauen.“ (Kircher et al., 2015, S. 417).

Im Allgemeinen geht Häußler (in Kircher et al., 2015) davon aus, dass „zum Erzeugen eines Begriffsnetzes es in erster Linie eines Verständnisses von Zusammenhängen bedarf.“ (Kircher et al., 2015, S. 264). Er beschreibt Begriffsnetze „ein als Mittel, (um) etwas darüber herauszufinden, welche Beziehungen ein lernendes Individuum zwischen Dingen, Ideen oder Personen sieht.“ (Kircher et al., 2015, S. 262). Begriffsnetze, vor allem Concept Maps, sind nicht nur lerneffektiv, sondern sie fördern das „visuelle Denken“ und das „konzeptuelle Denken“, zwei der wichtigsten Techniken des ‚vernetzen Denkens‘ (Dunker, 2010). Studien belegen, dass der Einsatz von Concept Maps generell positiv zu bewerten ist. Eine Studie von Jüngst (1995) belegt, dass „eine Concept Map besser geeignet ist für kurzfristiges Behalten als ein Text.“ (Jüngst, 1995, S. 248). „Die Untersuchungen von Jegede u.a. (1990) zeigen, dass sich das Arbeiten mit Concept Maps dahingehend positiv auswirkt, dass die Angst vor dem Umgang mit naturwissenschaftlichen Konzepten abnimmt. Dies, so die Autoren, ist maßgeblich dadurch zu erklären, dass die Schüler den Überblick über ein komplexes Sachgebiet behalten und der Gesamtzusammenhang transparent bleibt.“ (Dunker, 2010, S. 24).

Dunker (2010) nennt auch eine Reihe Einsatzmöglichkeiten von Concept Maps, unter anderem für „das Nacharbeiten von Feldversuchen und Experimenten“, bei der sie dazu dienen, „die Erkenntnisse zu strukturieren und den Verlauf des Experiments wiederzugeben.“ (Dunker, 2010, S. 22). Auch Schuler (2011) setzt Concept Maps bzw. Mapping ein, um die Vorstellungen und Alltagstheorien von Schüler*innen zu den Ursachen und Folgen des Klimawandels zu untersuchen und erhielt so „einen genaueren Blick darauf, wie diese und weitere Ursachenkonzepte miteinander vernetzt und in unterschiedlich differenzierte Kausalstrukturen eingebettet sind“ (Schuler 2011, S. 284).

In der vorliegenden Untersuchung werden die Maps erst im letzten Testat erstellt, nachdem die Schüler*innen an den Stationen im Labor experimentiert haben und zum Teil noch mehrere Wochen zusätzlichen Unterricht in der Schule hatten. Da Maps etwas über die kognitive Struktur des Lernenden verraten, kann man bei der vorliegenden Untersuchung aufgrund der vielfältigen Ausprägungen in der die Mind- und Concept Maps vorliegen, davon ausgehen, dass

die Schüler*innen unterschiedliche Vorstellungen von den Zusammenhängen und dem Thema ‚Stadtklima‘ haben. Im weiteren Text wird der Einfachheit halber nur noch der Begriff ‚Concept Map‘ oder ‚Map‘ verwendet. Der Begriff ‚Mindmap‘ wird eher verwendet, um (starke strukturelle) Unterschiede darzustellen.

5.2.2 Überlegungen zur Analyse – Entwicklung eines Auswertungsschlüssels

Wie in 5.2.1 bereits erwähnt stellt man bei der ersten Durchsicht fest, wie unterschiedlich die Schüler*innen die Aufgabe gelöst haben: von relativ einfachen Strukturen mit einem zentralen Begriff oder Konzept mit Auflistungen der Begriffe über chaotische Strukturen hin zu sehr komplexen Strukturen und Systemen. Um die vielfältigen Concept Maps miteinander vergleichen und bewerten zu können, wurde ein *Tool* entwickelt (Schult, 2016).

Dieses dient als Auswertungsschlüssel. Er soll helfen Fragen beispielsweise nach der Strukturierungsbreite (‚Wie umfassend ist ein Themengebiet abgedeckt?‘), der Strukturierungstiefe (‚Wie detailliert ist ein Themenbereich dargestellt?‘) und der Vernetzungsdichte (‚Wie komplex und dicht sind die Verbindungen im Netzwerk?‘) zu beantworten (Kircher et al., 2015).

Der Auswertungsschlüssel (siehe Anhang) sieht vor, dass die Concept Maps nach vier Analysekatogorien untersucht werden. Innerhalb jeder Kategorie gibt es vier Abstufungen, in die die Concept Maps eingestuft werden können, hierbei ist die erste Stufe die niedrigste und die vierte die höchste Stufe (Schult, 2016).

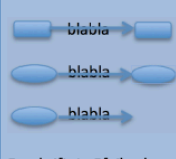
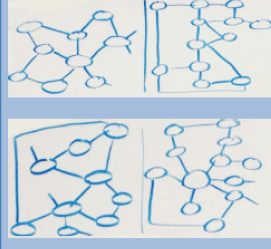

Stufe	Nummerative Analyse: Verwendung der vorgegebenen Begriffe/ Elemente (Anzahl)	Prozess-/ Relationsanalyse: Verbindungen zwischen den Objekten (im Sinne von Begriffen/ Elementen, die im Kasten, eingekreist, unterstrichen etc. oder nur als Wort dargestellt werden). SchülerIn verwendet hauptsächlich folgende Verbindungen:	Strukturelle Analyse: Vernetzungsgrad der verwendeten Objekte mit Verzweigungen (im Sinne von Begriffen/ Elementen, die im Kasten, eingekreist, unterstrichen etc. oder nur als Wort dargestellt werden)	Inhaltliche Analyse: Anzahl der sinnvollen Verbindungen (Absolute Zahlen = N). Bitte bewerte (und zeichne) die Verbindungen mit Hilfe von 3 Farben (ein): Grün (G) = sinnvoll (x2); Blau (B) = neutral (x1); Rot (R) = nicht sinnvoll (x0). Punktzahl (Pz) = $2xG + 1xB + 0xR$	Inhaltliche Analyse: Anzahl der sinnvollen Verbindungen (Relative Anzahl in % = Y). $Y = 2xN / \text{errechnete Punktzahl (Pz)}$
Stufe 4	Alle (12) plus zusätzliche Begriffe eingebracht	 Beschriftete Pfeile als Verbindung zwischen den Konzepten bzw. den Begriffen/ Elementen und Wörtern.	 Die Struktur ist eher die eines Concept Maps. Eventuell Netzwerk.		≥ 75 %

Abb. 43: Ausschnitt des Tools bzw. des Auswertungsschlüssels zur Bewertung der Maps. Eigene Abbildung.

„Die erste Analyse­kategorie ist eine Zähl­analyse, bei der der Rater durch­zählt, ob die zwölf vorgegebenen Begriffe verwendet wurden und ob zusätzliche Begriffe oder Konzepte eingebracht wurden. (...). In der zweiten Kategorie betrachtet der Rater die Verbindungen zwischen den Begriffen und analysiert, wie sie in Relation zueinander gebracht wurden“ (Schult, 2016), zum Beispiel durch Linien, Pfeile etc. „Die dritte Analyse­kategorie ist eine strukturelle Analyse. Hierbei stuft der Rater die Concept Maps nach der Komplexität der Struktur ein, in dem er zum Beispiel überprüft, ob es (k)ein oder mehrere zentrale Elemente gibt und ob sie viele oder wenige Verzweigungen oder Verbindungen zu anderen haben. Außerdem überprüft der Rater, ob es Kreisschlüsse gibt. Die vierte Kategorie ist eine inhaltliche Analyse. Hier soll der Rater beurteilen, ob die hergestellten Verzweigungen, Verbindungen, und Kreisschlüsse zwischen den Begriffen sinnvoll, neutral oder nicht sinnvoll sind, um das Thema ‚Stadtklima‘ darzustellen und zu erklären“ (Schult, 2016).

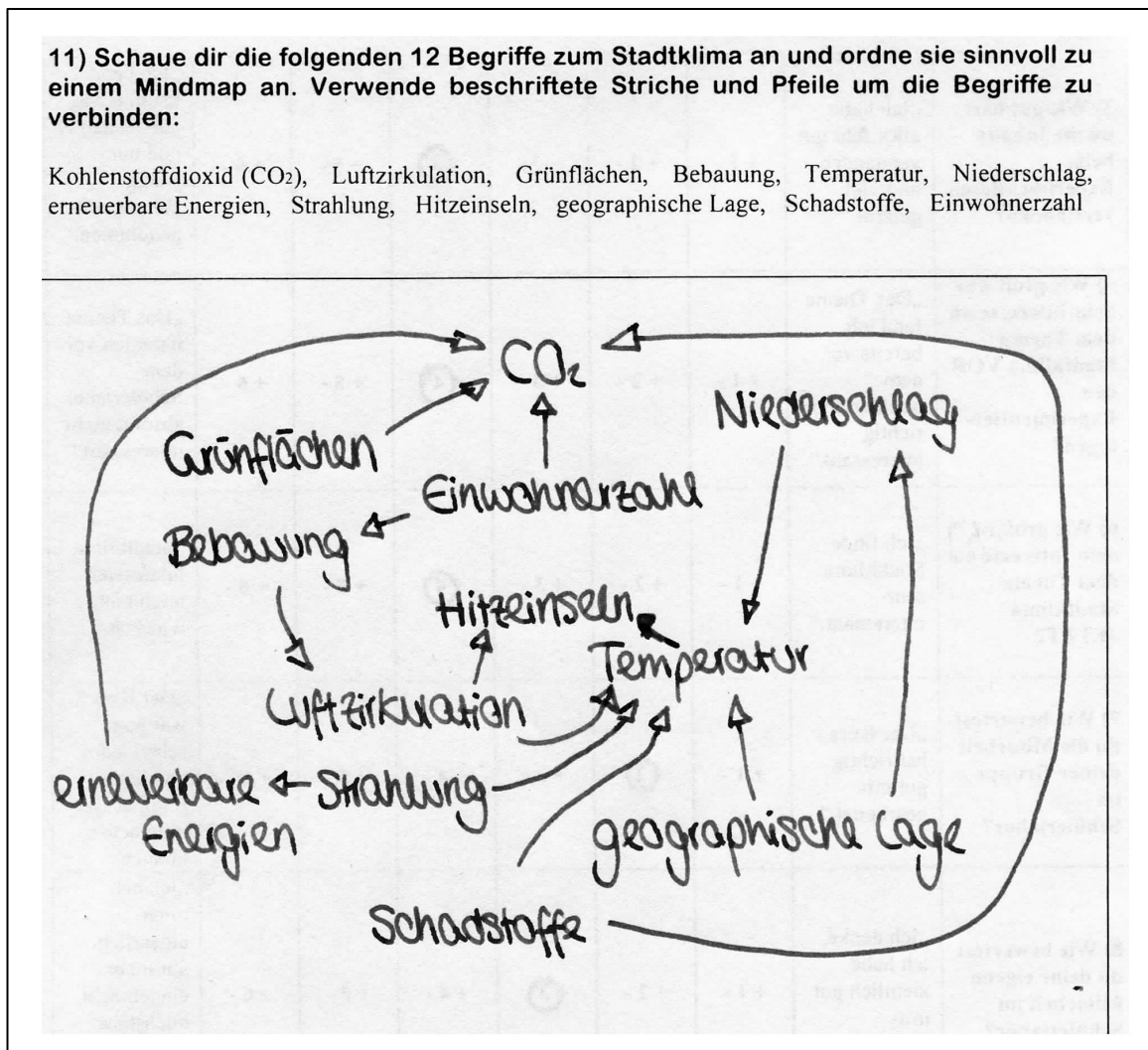


Abb. 44: Beispiel einer Map einer Schülerin der Vergleichsgruppe III (Code NGw50T2) erstellt in 2015.

„Die Zählanalyse ergibt, dass die Schülerin alle zwölf vorgegebenen Begriffe verwendet hat und somit in dieser Kategorie Stufe vier erreicht hat. Um Verbindungen zwischen den einzelnen Begriffen herzustellen, hat die Schülerin Pfeile verwendet, welche eine Richtung vorgeben. Da die Pfeile, keine Beschriftung haben, ist hier Stufe drei erfüllt. Die Struktur sieht zunächst sehr übersichtlich aus. Tatsächlich enthält sie fünf Kreisschlüsse und ist somit sehr komplex (Stufe vier). Die Schülerin zeigt alleine in dieser Kategorie einen sehr hohen Vernetzungsgrad sowie Verständnis von Systemen (und Prozessen). Nimmt man die inhaltliche Analyse hinzu, stellt man fest, dass sie größtenteils sinnvolle Verbindungen hergestellt hat (Stufe vier). Sie zeigt zum Beispiel, dass sie verstanden hat, dass die geographische Lage einen Einfluss auf Temperatur und Niederschlag hat und letzterer aber auch wiederum die Temperatur beeinflussen kann.“ (Schult, 2016, S. 231).

Der Auswertungsschlüssel quantifiziert die Maps bereits an vielen Stellen. Diese Quantifizierung macht es möglich die Daten anschließend in SPSS einzugeben und erneut zu analysieren. Hier werden sie auf ihre Normalverteilung getestet und unter Anwendung des Mann-Whitney U-Tests werden die Vergleichsgruppen und die Geschlechter miteinander verglichen. Zusätzlich werden die Effektstärken errechnet.

Insgesamt liegen N=54 bewertbare Concept Maps vor, welche von der Projektleiterin und Interrater aus dem Seminar für Geographie und ihre Didaktik analysiert werden.

5.3 Mixed Methods und Triangulation

Um eine bessere Validierung und eine breitere Perspektive zu erhalten, versucht die vorliegende Arbeit die unterschiedlich(en) (erhobenen) Daten zu einem sinnhaften Ganzen zu vereinen. Es macht daher Sinn sich ein wenig mit dem (methodologischen) Kombinieren von qualitativen und quantitativen Methoden zu befassen. Im Folgenden wird deshalb, vor allem auf Grundlage von Udo Kuckartz Buch „Mixed-Methods – Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren“ (2014), auf die „Mixed-Methods“-Forschung) und „Triangulation“ eingegangen.

Während qualitative Methoden die Sichtweisen der Akteure (bzw. der Stichprobe) auf eine Studie, ein Phänomen oder einen Forschungsgegenstand stärker in den Fokus stellen und diese häufig durch Kommunikation und Interaktion ergründen, gewinnen quantitative Methoden ihre

Datengrundlage durch standardisierte Mess- und Testverfahren. Beide Methoden bieten dennoch „ein großes Spektrum (...) heterogener Ansätze“ an (Kuckartz, 2014, S. 28).

Udo Kuckartz stellt in seinem Buch eine Auswahl an Definitionen zu Mixed-Methods vor, die er aus einer Zusammenstellung von neunzehn verschiedenen Definitionen durch Johnson et al. entnommen hat. Kuckartz selbst bevorzugt folgende Arbeitsdefinition von Mixed-Methods:

„Unter Mixed-Methods wird die Kombination und Integration von qualitativen und quantitativen Methoden im Rahmen des gleichen Forschungsprojekts verstanden. Es handelt sich also um eine Forschung, in der die Forschenden im Rahmen von ein- oder mehrphasig angelegten Designs sowohl qualitative als auch quantitative Daten sammeln. Die Integration beider Methodenstränge, d. h. von Daten, Ergebnissen und Schlussfolgerungen, erfolgt je nach Design in der Schlussphase des Forschungsprojektes oder bereits in früheren Projektphasen.“ (Kuckartz, 2014, S. 33).

Ergänzt durch das Anliegen von Udo Kelle in seiner Definition *mehr Validität herzustellen und ein vollständigeres Bild sowie ein tieferes Verständnis des Untersuchungsgegenstands zu bekommen* (Kuckartz, 2014), entspricht die obere Definition im Hinblick auf die erhobenen Daten in dieser Arbeit sowie der dabei angewandten Methoden zur Bearbeitung der Forschungsfragen und Ziele dieses Projekts (siehe Kapitel 1.2.2) angemessen.

In diesem Projekt liefern die angewendeten quantitativen und qualitativen Methoden verschiedene Datensätze, welche unterschiedliche Perspektiven aufgreifen. Nach der Datenanalyse werden diese Perspektiven stärker verdeutlicht und Hinweise auf mögliche weiterführende Handlungsoptionen werden erkennbar. Ferner wird erwartet, dass das Kombinieren und Vermischen der Methoden optimalere Ergebnisse des Projekts hervorbringen und so zum Beispiel die bestmöglichen Antworten auf die Forschungsfragen liefern sowie Hypothesen bestätigen oder verwerfen. Damit ist eine Grundvoraussetzung von der Mixed-Methods-Forschung, die „Kompatibilitätsannahme“, gegeben (Kuckartz, 2014).

Scheinbar ähnlich verhält es sich mit der Triangulation. Kuckartz betont, dass bei der Triangulation „mehr als eine Perspektive zur Untersuchung einer Forschungsfrage eingesetzt wird, um das Vertrauen in die Validität der Resultate zu erhöhen.“ (Kuckartz, 2014, S. 47).

Kritisch bei der Triangulation wird jedoch, dass so getan wird als gäbe es objektive Positionen und „die implizite Annahme, dass verschiedene Methoden für die Forschungsfrage die gleiche Erklärungskraft besitzen.“ (Kuckartz, 2014, S. 48). Kuckartz kommt zu folgendem Schluss in Bezug auf die Triangulation und Mixed-Methods: „Mixed-Methods erscheint als das

weitergehende Konzept, denn hier geht es nicht um Messung und nicht primär um Validierung, sondern um eine den Forschungsproblemen korrespondierende Methodenwahl, also etwas sehr Konkretes und Projektbezogenes, während Triangulation eine sehr allgemeine Konzeption von Validierung oder moderner gesprochen: der Bereicherung von Perspektiven ist, relativ weit ab von konkreten Umsetzungs- und Designformen.“ (Kuckartz, 2014, S. 49 f.).

In den vorherigen Kapiteln und oben in diesem Kapitel ist auf die Methodenwahl und die Umsetzung im Projekt eingegangen worden, so dass an dieser Stelle von der Anwendung der Mixed-Methods ausgegangen werden kann. Es soll konkret danach geschaut werden, an welchen Stellen man beispielsweise Fragen aus den Testaten mit Erkenntnissen aus den Maps verknüpfen kann. Die Maps sollen Aufschluss über den Vernetzungsgrad der Schüler*innen zum Thema ‚Stadtklima‘ geben und Ergebnisse aus den Testaten Aufschluss über ihren Wissenszuwachs. Diese Daten können sich gegenseitig ergänzen, unterfüttern und ein besseres Bild ermöglichen, sowohl über das Wissen als über das vernetzte Denken der Schüler*innen. Mit Hilfe der Testatergebnisse (im Wissensteil) und der Meinungs- sowie Selbsteinschätzungsfragen können Typisierungen vorgenommen werden. Die Interviews mit den Schüler*innen und der Expertin liefern zusätzliche Informationen und Perspektiven auf das Wahrgenommene und Erlebte, so dass abgestimmt werden kann, ob die Aussagen in den Interviews (qualitativ) und beispielsweise die Ergebnisse der Testate (quantitativ) übereinstimmen, sich ergänzen oder widersprechen. Auch die Perspektive der studentischen Betreuer*innen erweitert das Bild und hilft die Forschungsfragen vollständiger zu beantworten. Wie bei nahezu allen Studien und Projekten, ist davon auszugehen, dass sich mit den gefundenen Antworten und Schlussfolgerungen auch neue Fragen eröffnen.

5.4 Lernprodukte (der Schüler*innen)

Im Laufe des K.Ö.L.N.-Projekts werden verschiedene Lernprodukte vorgestellt und/oder zum Einsatz gebracht. Zum einen sind das Lernprodukte, die von der Projektleiterin und Studierenden für die Schüler*innen entwickelt werden, und zum anderen Lernprodukte, die die Schüler*innen selbst hergestellt haben. Während die für die Schüler*innen hergestellten Lernprodukte vorrangig die Experimente, Anschauungs- und Informationsmaterialien, Modelle etc. an den Stationen im Schülerlabor sind, sind die von den Schüler*innen hergestellten Lernprodukte eher Plakate, Bilder, Modelle, Filme, Maps etc. Somit unterscheiden sich die

Lernprodukte je nachdem von wem sie hergestellt werden beispielsweise in ihrer Funktion, ihrem Zweck und ihrer Zielgruppe.

Die Erstellung eigener materieller Lernprodukte durch die Schüler*innen lässt Rückschlüsse auf ihre immateriellen Lernprodukte zu, wie ihre Erkenntnisse, Wertehaltung, Kompetenzen oder ihren Kompetenzerwerb im Projekt. „Die erstellten Lernprodukte tragen eine persönliche Handschrift (Personalisierung) bzw. die der Gruppe (...).“ (Leisen, 2016, S. 28). Die Lernprodukte der Projektleiterin und Studierenden werden von den Schüler*innen zuerst genutzt und an der Station im Schülerlabor sowie in der Nachbereitung besprochen. Hierbei bilden sich auch erste immaterielle Lernprodukte wie eine bestimmte Haltung zum Thema, Erkenntnisse und Kompetenzen. Diese sind auch an den Ergebnissen des ersten Posttests und in den Interviews mit den Vergleichsgruppen I und II zu erkennen. Die Erstellung der eigenen Lernprodukte durch die Schüler*innen, vor allem materieller Art, erfolgt größtenteils in der Schulphase des Projekts (ausgenommen Vergleichsgruppe III). Diese werden in der Regel dem Plenum vorgestellt und diskutiert, so dass der/die Schüler*in oder die Gruppe eine Rückmeldung erfährt. Die Lernprodukte werden hier explizit genannt, weil sie interessant sind und wie oben erwähnt Rückschlüsse auf das Immaterielle geben und (gut) mit den Testaten, Maps und Interviews in Verbindung gebracht werden können.

5.5 Interviews und Feedbackbögen

In der vorliegenden Studie werden zum einen die Schüler*innen in Gruppen interviewt sowie die Lehrerin, Frau Kasper, als Expertin interviewt und zum anderen geben die studentischen Betreuer*innen über einen Umfragebogen ihr Feedback. Die Interviews unterscheiden sich in mehreren Punkten, zum Beispiel in der Sozialform, der Länge, dem Zeitpunkt der Aufnahmen und Perspektivität. Während die Interviews ein mündlich aufgenommen werden, wird das Feedback der studentischen Betreuer*innen schriftlich gegeben. Wie oben bereits erwähnt sind alle drei Erhebungen für die Hauptergebnisse und die Überprüfung der Hypothesen sowie das Erreichen der Ziele dieser Arbeit nicht so bedeutend, da es primär um den Lernzuwachs und die Vernetzung geht, welche sich besser durch die Analyse der Maps und Testate feststellen lassen. Die Interviews und Feedbackbögen unterfüttern deren Ergebnisse und sind daher nur im Kapitel 7 und im Anhang zu finden.

5.5.1 Interviews mit den Schüler*innen

Die Interviews mit den Schüler*innen werden in den im Labor zugewiesenen Gruppen (je nach Anwesenheit zwei bis fünf Schüler*innen) geführt. Die Projektleiterin oder eine*r der studentischen Betreuer*innen befragt die Schüler*innen am letzten Tag des fächerübergreifenden Moduls im Schülerlabor zu ihren allgemeinen Eindrücken, den Stationen, dem Arbeiten im Labor, der Kommunikation etc. Hierbei verwendet der/die Interviewer*in einen Leitfaden mit Fragen und Stichpunkten, somit ist das Interview ‚halbstrukturiert‘. Der Leitfaden ist von der Projektleiterin erstellt. Folgende Aspekte können einen negativen oder positiven Effekt auf das Interview und die resultierenden Ergebnisse haben:

- auf Grund der räumlichen Situation sind andere Akteure mit im Raum, somit kann es zu Ablenkungen und Störungen kommen;
- das Interview wird von der Projektleiterin oder eine*r Betreuer*in geführt, so dass Leitereffekte, wie den Wunsch nach Akzeptanz oder dem Interviewer gefallen wollen, nicht auszuschließen sind;
- die Schüler*innen können sich gegenseitig beeinflussen, da sie in einer Gruppe agieren, kann die ehrliche Meinung mancher Schüler*in verborgen bleiben.

Das Interview soll die Perspektive der Schüler*innen auf das K.Ö.L.N.-Projekt und dem Arbeiten im Schülerlabor einfangen und eine Meinungs- und Kritikokumentation sein. Insgesamt dauerte ein Gruppeninterview etwa 20 bis 25 Minuten. Letzten Endes kamen die Schüler*innen-Interviews in dieser Arbeit kaum zum Tragen, da sie auf Grund der Vielzahl sprechender Menschen oft sehr durcheinander sind und sie inhaltlich den Daten der Meinungsumfragen sehr ähnlich sind.

5.5.2 Die Experteninterviews

Die Experteninterviews werden mit der Lehrerin, Frau Kasper, geführt. Folgende Gründe machen sie zur Expertin:

- sie kennt die Schüler*innen;
- sie ist Lehrerin für die zwei naturwissenschaftlichen Fächer, Biologie und Chemie und bietet an ihrer Schule die interdisziplinäre Fächerkombination ‚Biochemie‘ an;
- sie hat jahrelange Berufserfahrung;

- sie nimmt teilweise eine unbeteiligte sowie objektive Position ein (vor allem im Schülerlabor) und betrachtet dabei von außen;
- sie berät die Projektleiterin, vor allem in Fragen zur Arbeit mit den Schüler*innen.

Mit Frau Kasper werden zwei Interviews geführt, jeweils am Ende der Projektdurchführung mit der Vergleichsgruppe I und II. Hierfür hat die Projektleiterin etwa 30 offene Fragen an die Expertin gerichtet. Das Interview kann ebenfalls als halbstrukturiertes Leitfadeninterview angesehen werden. Wie die Transskripte zeigen, ermöglichte dieses Format eine Grundlage für ein offenes Gespräch sowohl mit der Expertin als auch mit den Schüler*innen. Die Experteninterviews dienen dem Zweck gleichzeitig eine objektive und erfahrene sowie interne Perspektive, Meinung sowie Beurteilung über das Projekt zu bekommen. Sie sollen die Erkenntnisse aus den Testaten, Maps, Gruppeninterviews etc. sowie die Beobachtungen der Projektleiterin ergänzen. Die Interviews mit der Expertin dauerten zwischen 30 und 40 Minuten.

5.5.3 Analyse der Interviews - Storytelling

Alle Interviews sind Audiodokumentationen, die mit einem Diktiergerät aufgenommen werden. Da vor allem die Gruppeninterviews mit bis zu fünf Schüler*innen und einem Interviewenden recht schwierig zu transkribieren sind, werden sie von einer dritten Person, Frau Didana Lay, transkribiert. Diese Transkripte werden wiederum von der Projektleiterin überprüft und teils korrigiert. Auf diese Weise werden alle Interviews von der Projektleiterin ein erstes Mal durchgesehen. Die Interviews sollen in der Hauptsache als Belege dienen um die Perspektiven der Schüler*innen und der Expertin auf das Projekt zu zeigen. Teils wurden die Interviews mit Hilfe der Daten- und Textanalysesoftware ‚MaxQDA‘ betrachtet, doch diese Art der Analyse wurde letztlich nicht angewendet, da sie für diese Arbeit und deren Fragestellungen nicht weiter zielführend war.

Stattdessen wurde die Methode Storytelling oder ‚Geschichten erzählen‘ ausgewählt um die Inhalte der Experteninterviews und die Feedbackbögen studentischer Betreuer*innen widerzugeben, allerdings in schriftlicher Form. Storytelling dient zur Unterhaltung und auch zur Wissensvermittlung. Es soll den Zuhörern bzw. Lesern mit auf eine Reise nehmen, Informationen vermitteln, die durch die anschauliche Erzählweise besser beim Rezipienten im Gedächtnis bleiben.

5.5.4 Feedbackbögen der studentischen Betreuer*innen

Um einen Eindruck davon zu erhalten, wie die studentischen Betreuer*innen das Projekt sehen, werden sie am Ende der Projektdurchführung gebeten einen ‚Feedbackbogen‘ auszufüllen. Diese werden zum Ende der Laborphase an sie verteilt, nach der Durchführung des ‚fächerübergreifenden Basismoduls‘. Ursprünglich waren sie nicht als Erhebungsinstrument gedacht, sondern am Anfang nur als Zusatzinformation für die Projektleiterin. Da sie aber ganz interessante Informationen bieten, vor allem aus der studentischen Perspektive auf das Projekt, werden sie hier zum Teil einbezogen. Die Bögen wurden nur an die Betreuer*innen der Vergleichsgruppe I und II verteilt.

In den Bögen geben die studentischen Betreuer*innen Auskunft darüber:

- Welche Stationen sie kennen und selber durchgeführt haben im Projekt.
- Wie gut sie sich vorbereitet gefühlt haben und daraus resultierend, wie sicher sie sich bei der Durchführung gefühlt haben.
- Wie ihnen das Konzept mit den Stationen sowie dem Experimentieren gefallen hat und welche Stationen ihnen am besten gefallen haben.
- Für wie sinnvoll sie Experimentierreihen und Stationsarbeit als Methode halten, auch in Verbindung mit dem inhaltlichen Thema ‚Stadtklima‘.
- Was die Projektleiterin in ihren Augen besser machen kann.
- Ob die Teilnahme am Projekt ihnen neue Erkenntnisse (methodisch, inhaltlich etc.) sowie Erfahrungen gebracht hat.
- Ob sie Spaß hatten und ihre Erfahrungen bzw. Erkenntnisse sowie Materialien aus dem Projekt zukünftig anwenden wollen (siehe Beispiel unten).
- Ob sie das Projekt an andere Studierenden weiterempfehlen würden.
- Ob sie der Meinung sind, dass die Schüler*innen etwas über das ‚Stadtklima‘ lernen und Spaß am Projekt haben.

Die Daten werden zum Teil in SPSS eingegeben und analysiert und zum Teil qualitativ analysiert bzw. geclustert und zitiert. Insgesamt sind N = 11 Feedbackbögen (Beispiele im Anhang) vorhanden, N = 6 von den Betreuer*innen der Vergleichsgruppe I und N = 5 von den Betreuer*innen der Vergleichsgruppe II. Des Weiteren werden sie im Storytelling-Format zusammengefasst und im Anhang angeführt.

9. b) Hat dir die Mitarbeit an dem Kurs bzw. Projekt Spaß gemacht? (1 = ja, sehr viel Spaß; 6 = nein, überhaupt keinen Spaß):

9. c) Würdest du oder wirst deine Erfahrungen und/oder konkrete Materialien aus dieser Experimentierreihe in Zukunft anwenden (in der Schule, Universität etc.)? Wenn „ja“, was und weshalb?

9. d) Würdest du anderen Student(innen) empfehlen bei so einem Kurs bzw. Projekt mitzumachen? Bitte begründe deine Antwort.

Abb. 45: Beispiel aus dem Betreuer*innen Feedbackbogen. Screenshot 12.12.2017.

6 Ergebnisdarstellung

Da viele verschiedene Daten im Projekt erhoben werden, wird an dieser Stelle für die Darstellung der Daten und Ergebnisse die gleiche Reihenfolge wie in Kapitel 5 übernommen. Zunächst werden hier die ‚harten Daten‘ der Vergleichsgruppen vorgestellt. Diese Daten werden hier in einer Tabelle wiedergegeben.

Gruppe	Anzahl der SuS (N)	davon weiblich	davon männlich	Altersspanne der SuS (in Jahren)	Durchschnittsalter (in Jahren)	Zeitpunkt der Teilnahme (im Schuljahr)
Vergleichsgruppe I	18	10	8	13-14	~ 13,11	2. Halbjahr, Frühling 2013
Vergleichsgruppe II	18	10	8	12-14	~ 13,05	1. Halbjahr, Herbst/ Winter 2013
Vergleichsgruppe III	26	18	8	13-14	~ 13,38	2. Halbjahr, Sommer 2015

Tab. 2: Harte Daten der Vergleichsgruppe (kumuliert, SuS = Abk. für Schüler*innen). Eigene Tabelle, 26.03.2018

Der Tabelle ist zu entnehmen, dass die Vergleichsgruppe I und II sich bis auf den Zeitpunkt der Teilnahme am Projekt sehr ähneln. Die Vergleichsgruppe III hat fast anderthalbmal so viele Schüler*innen wie die anderen beiden Gruppen und ist im Schnitt etwas älter. Dennoch gibt es statistisch gesehen keine großen Unterschiede.

In den folgenden Abschnitten werden die Daten und Ergebnisse aller Vergleichsgruppen in allen Testaten beschrieben, verglichen und analysiert. Am Ende werden die wichtigsten Ergebnisse in einem Abschnitt zusammengefasst.

6.1 Daten und Ergebnisse aus den wissenschaftlichen An- und Abtestaten der Vergleichsgruppen

In Kapitel 5.1 werden zunächst die Struktur der Testate und die Übertragung ihrer Ergebnisse in SPSS beschrieben. Die folgende Darstellung orientiert sich zu großen Teilen an den beschriebenen Strukturen und Vorgehensweisen um ausgewählte Ergebnisse darzustellen.

6.2 Daten und Ergebnisse im Prätest

Der Prätest (auch wissenschaftliches Antestat genannt) fragt zunächst die ‚harten Daten‘ der Schüler*innen ab. Danach folgen (Wissens-)Fragen zum inhaltlichen Thema ‚Stadtklima‘, um ihren Wissenstand bzw. ihr Vorwissen zum Thema zu prüfen. Am Ende beantworten die Schüler*innen Fragen zu den Inhalten, Methoden und ihrer Motivation gegenüber naturwissenschaftlichem Unterricht. Der Prätest gilt für alle Gruppen als Testzeitpunkt 1 (t_1) im Projekt.

6.2.1 Analyse der Daten zu den Wissensfragen nach Bereichen - Prätest

Im Folgenden werden der Mittelwert, die Standardabweichung, der Median und die Schiefe für die Fragen F1 bis F3, F4 bis F7 sowie F8 bis F12 des Prätests dargestellt. Für die Fragen F1 bis F3 wird einmal beispielhaft die Ergebnistabelle aus SPSS abgebildet. Danach wird aus

Platzgründen auf die Darstellung von großen Ergebnistabellen (eigene Tabellen, die mit SPSS berechnet wurden) verzichtet, diese finden sich größtenteils im Anhang wieder.¹

Bereich ‚offene Fragen‘

‚offene Fragen 1‘ (OFF1) - F1 bis F3 für VG I, II und III

Gruppenzugehörigkeit (Studien-, Vergleichs- und neu Vergleichsgruppe)		Unterschied Wetter Klima	Stadtklima und Umgebung	Faktoren für Temperatur
Studiengruppe (VG I)	Mittelwert	4,80	4,75	4,88
	N	15	16	16
	Standardabweichung	1,656	2,295	1,928
	Median	4,00	4,00	5,00
	Schiefe	,801	,955	-,054
Vergleichs-gruppe (VGII)	Mittelwert	4,22	5,11	3,89
	N	18	18	18
	Standardabweichung	1,665	1,410	1,278
	Median	4,00	6,00	4,00
	Schiefe	,465	-,219	-1,480
neue Vergleichs-gruppe (VG III)	Mittelwert	4,96	4,42	4,00
	N	25	26	26
	Standardabweichung	1,306	1,748	,800
	Median	6,00	4,00	4,00
	Schiefe	-,895	,358	,000
Insgesamt	Mittelwert	4,69	4,72	4,20
	N	58	60	60
	Standardabweichung	1,524	1,814	1,363
	Median	4,00	4,00	4,00
	Schiefe	,057	,492	,206

Eigene Darstellung mit SPSS, 2018

¹ Dies gilt auch für alle weiteren Analysen: eine Tabelle wird als Beispiel dargestellt, danach wird auf weitere Tabellen verzichtet, es sei denn sie enthalten signifikante Ergebnisse.

Die Daten aller Vergleichsgruppen sind im Prättest bei F1 – F3 nicht normalverteilt. Sie sind aber ordinalskaliert und können daher hier mit dem Mann-Whitney U-Test analysiert werden. Allerdings zeigt dieser Test in keinen der Analysen ein signifikantes Ergebnis. D.h. die Gruppen unterscheiden sich in diesem Bereich (OFF1 im Prättest) nicht (signifikant) in ihren Leistungen.

Werden die Mittelwerte zusätzlich betrachtet, ist zu erkennen, dass die F2 von den Vergleichsgruppen im Schnitt am besten beantwortet wird und F3 am schlechtesten. Generell sind die Ergebnisse hier eher nur im Mittelfeld. Im Mittel erreicht die VG I in diesem Bereich die besten Ergebnisse und die VG II die schlechtesten.

Bei F4-F7 im Prättest sind die Daten für alle Vergleichsgruppen nicht normalverteilt. Sie sind aber ordinalskaliert und können daher mit dem Mann-Whitney U-Test analysiert werden. Bei F6 und F7 bringt der U-Test signifikante Ergebnisse hervor.

Bei F6 zeigt der U-Test im Prättest einen signifikanten Unterschied in den Ergebnissen der VG I und VG III. Die VG III zeigt hier signifikant bessere Leistungen als die Studiengruppe (siehe hierfür die mittleren Ränge und die Mittelwerte). Auf einem Signifikanzniveau $p \leq 0,05$ beantworten die Schüler*innen der VG III diese Frage besser als VG I.

Ränge bei F6

	Gruppenzugehörigkeit (VG I, II und III)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Pflanzen in der Stadt	VG I	16	18,75	300,00
	VG III	26	23,19	603,00
	Gesamt	42		

F6: Statistik für Test^a

	Pflanzen in der Stadt
Mann-Whitney-U	164,000
Wilcoxon-W	300,000
Z	-2,031
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,042

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (VG I, II und III)

Die Effektgröße beträgt $r \approx -0,31$, was einen mittleren Effekt bedeutet. Das Gleiche trifft auf F7 zu. Auch hier ist die VG III im Prätest signifikant besser als VG I.

F7: Statistik für Test^a für VG I und VG III

	Energiequellen besser für Stadt
Mann-Whitney-U	153,500
Wilcoxon-W	289,500
Z	-2,324
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,020

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (VG I, II und III)

Die Effektstärke beträgt $r \approx -0,35$. Außerdem ist die VG III bei dieser Frage auch signifikant besser als die VG II.

F7: Statistik für Test^a für VG II und VG III

	Energiequellen besser für Stadt
Mann-Whitney-U	167,500
Wilcoxon-W	338,500
Z	-2,497
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,013

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Studien-, Vergleichs- und neu Vergleichsgruppe)

Hier beträgt die Effektstärke $r \approx -0,38$. Somit hat die Gruppenzugehörigkeit einen mittleren Effekt auf das richtige Beantworten dieser Frage.

Bei Betrachtung der Mittelwerte wird zusätzlich klar, dass die Schüler*innen in diesem Bereich bei F4 im Mittel das schlechteste Ergebnis erreichen und bei F6 das beste Ergebnis. Fast alle Schüler*innen beantworten bereits im Prätest F6 richtig. Auch bei F7 sind die Ergebnisse gut, da die Gruppen durchschnittlich etwa neun von zehn Punkten erreichen. Im Mittel erreicht die VG III in diesem Bereich die besten Ergebnisse und die VG I die schlechtesten.

Bereich ‚dichotome Fragen‘

Da die Daten in diesem Bereich (DIC) nominalskaliert sind, kann man hier keinen t-Test, Wilcoxon W-Test oder Mann-Whitney U-Test anwenden. Daher werden in diesem Bereich der Chi²-Test und Kreuztabellen zur Analyse angewendet.

Die Daten sind für alle Vergleichsgruppen im Prätest bei F8 – F12 nicht normalverteilt. Bis auf bei F11 zeigt der Chi²-Test in keinen der Analysen ein signifikantes Ergebnis. D.h. die Gruppen unterscheiden sich nicht (signifikant) in ihren Leistungen. Es besteht also keine Abhängigkeit bzw. kein Zusammenhang zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der korrekten Beantwortung der Frage.

F11: Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	9,208 ^a	2	,010
Likelihood-Quotient	10,046	2	,007
Zusammenhang linear-mit-linear	,996	1	,318
Anzahl der gültigen Fälle	59		

a. 3 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,63.

Der Chi²-Test nach Pearson hat hier ein Signifikanzniveau von $p = 0,010$. Dies bedeutet einen signifikanten Unterschied zwischen VG III und VG II und eventuell auch einen Unterschied zwischen VG I und VG III². Effektgröße: $r \approx 0,4$.

6.2.2 Analyse der Daten zu den Umfrage-Fragen im Prätest

In dem Bereich ‚Umfrage-Fragen‘ gibt es im Prätest sechs Fragen U1-U6 (im Prätest Fragen 13-17), die mit SPSS analysiert werden können. Hierbei sind U2, U4 und U6 nominalskaliert und die anderen Fragen ordinalskaliert. Die Daten sind nicht normalverteilt und es ist keine verbundene Stichprobe, daher werden hier nur der Mann-Whitney U-Test und der Chi-Quadrat-Test angewendet. Diese sechs Fragen werden nur der VG I und VG II im Prätest gestellt. Die VG III erhält diese Fragen nicht!

Bei U1 gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen der VG I und VG II. Letztere findet laut U1 „Die Themen, die im naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs behandelt werden, finde ich...“ signifikant mehr Gefallen an den Themen im Differenzierungskurs (siehe hierfür die mittleren Ränge und die Mittelwerte).

U1: Ränge

	Gruppenzugehörigkeit (VG I, VG II und VG III)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Gefallen an Themen im Diffkurs	Studiengruppe (VG I)	15	12,77	191,50
	Vergleichsgruppe (VG II)	17	19,79	336,50
	Gesamt	32		

U1: Statistik für Test^a

	Gefallen an Themen im Diffkurs
Mann-Whitney-U	71,500
Wilcoxon-W	191,500
Z	-2,796
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,005
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,033 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (VG I, VG II und VG III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Dieser signifikante Unterschied kommt durch die kleine Stichprobe zustande und der Tatsache, dass in beiden Gruppen die Mehrheit „meist gut“ angekreuzt hat. Allerdings hat in der VG I ein*e Schüler*in „manchmal gut, manchmal nicht gut“ sowie ein*e Schüler*in „eher nicht gut“ angekreuzt, während in der VG II ein Drittel „immer gut“ angekreuzt hat.

Die Effektgröße $r \approx -0,49$ bedeutet, dass die Gruppenzugehörigkeit einen mittleren Effekt auf die Beliebtheit der Themen im Differenzierungskurs hat.

Bei U2 zeigt der Chi²-Test nur in einer Analyse ein signifikantes Ergebnis. Laut der U2 „Wie bearbeitest du am liebsten neue Themen in deinem Kurs?“, unterscheiden sich die beiden Gruppen, wenn es um die (Unterrichts-)Methode „Diskussion im gesamten Kurs“, um ein neues Thema zu bearbeiten, geht. Aus der Kreuztabelle lässt sich ablesen, dass die VG I diese Methode neben anderen Methoden (eine Mehrfachnennung war möglich) unter anderem bevorzugt. Sie wurde von 71,4 % angekreuzt, während nur 28,6 % der Schüler*innen in der VG II diese Methode angekreuzt haben. In allen anderen Analysen gibt es keine signifikanten

Unterschiede. Das heißt die Gruppen bzw. Schüler*innen unterscheiden sich sonst nicht (signifikant), wenn es um die bevorzugte (Unterrichts-)Methode zur Bearbeitung eines neuen Themas geht.

U2: Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	5,673 ^a	1	,017		
Kontinuitätskorrektur ^b	4,132	1	,042		
Likelihood-Quotient	5,830	1	,016		
Exakter Test nach Fisher				,035	,020
Zusammenhang linear-mit-linear	5,507	1	,019		
Anzahl der gültigen Fälle	34				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 6,59.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Die Effektgröße beträgt $\phi = \sqrt{5,673/34} \approx 0,41$. Die Gruppenzugehörigkeit hat einen mittleren Effekt, wenn es um die Beliebtheit der Methode „Diskussion im Kurs“ geht.

Bei der Analyse von U3 treten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Laut Frage U4 „Welchen Aussagen stimmst du zu?“ ist die VG II nach eigener Aussage im Unterricht konzentrierter bei der Sache als die VG I. Außerdem freut sie sich mehr darüber als die VG I, wenn sie im Unterricht verschiedene Sachen machen können. Der Chi²-Test zeigt dies auch, die Gruppen unterscheiden sich signifikant bei der Zustimmung in den beiden genannten Aussagen (siehe Tabelle unten). Die Aussage „In diesem Kurs bin ich immer konzentriert und voll bei der Sache.“, haben signifikant mehr Schüler*innen der VG II angekreuzt (VG II = 77,8% vs. VG I = 18,8%).

Die Effektgröße $\phi = \sqrt{11,806/34} \approx 0,59$ ist ein starker Effekt.

U4: Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	11,806 ^a	1	,001		
Kontinuitäts-korrektur ^b	9,563	1	,002		
Likelihood-Quotient	12,622	1	,000		
Exakter Test nach Fisher				,002	,001
Zusammenhang linear-mit-linear	11,458	1	,001		
Anzahl der gültigen Fälle	34				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 8,00.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Die Aussage „Ich freue mich, wenn ich im Unterricht verschiedene Dinge machen kann.“, haben signifikant mehr Schüler*innen der VG II angekreuzt (VG II = 100% vs. VG I = 75%) (siehe Tabelle unten). Die Effektgröße $\phi = \sqrt{5,100/34} \approx 0,39$ ist ein mittlerer Effekt.

Bei allen anderen Aussagen in dieser Frage unterscheiden die Vergleichsgruppe I und II sich nicht (signifikant).

U4: Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	5,100 ^a	1	,024		
Kontinuitäts-korrektur ^b	2,976	1	,085		
Likelihood-Quotient	6,636	1	,010		
Exakter Test nach Fisher				,039	,039
Zusammenhang linear-mit-linear	4,950	1	,026		
Anzahl der gültigen Fälle	34				

a. 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,88.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Bei U5 zeigt der U-Test in keinen der Analysen ein signifikantes Ergebnis. Dies bedeutet die Gruppen unterscheiden sich nicht (signifikant), wenn es um die Begeisterung für ein Schulthema geht, das sie in ihrer Freizeit sonst nicht interessieren würde. Aber es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern. Die Mädchen können sich signifikant mehr als die Jungs für ein Schulthema begeistern, das sie in ihrer Freizeit sonst nicht interessieren würde.

U5: Statistik für Test^a

	Gefallen an Themen in Diffkurs	Häufigkeit angekreuzten Methoden	Begeisterung für Schulthema
Mann-Whitney-U	110,000	119,500	89,000
Wilcoxon-W	263,000	309,500	209,000
Z	-,874	-,941	-2,002
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,382	,347	,045
Exakte Signifikanz [2*(1- seitige Sig.)]	,526 ^b	,430 ^b	,066 ^b

a. Gruppenvariable: Geschlecht der Testperson

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Die Effektgröße beträgt: $r \approx -0,34$. Somit hat die Geschlechtszugehörigkeit einen mittleren Effekt darauf, ob sich Schüler*innen mehr für ein Schulthema begeistern können, das sie sonst in ihrer Freizeit nicht interessieren würde.

Bei der Analyse von U6 treten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf. D.h. die Gruppen unterscheiden sich nicht (signifikant), bezüglich der Sorgen um die Bearbeitung neuer Themen.

6.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse im Prätest

Die besten Ergebnisse erzielen alle Vergleichsgruppen im Prätest bei den Multiple-Choice-Fragen. Bei den Fragen F6, F7 (beide MUL) und F11 (DIC) erzielen die Gruppen im Schnitt die meisten Punkte, wobei diese Fragen später in der Itemanalyse oft wegfallen. Die Vergleichsgruppe III (VG III) erzielt bei F11 im Mittel sogar die Höchstpunktzahl von zehn Punkten. Im Durchschnitt haben sie mit den offenen Fragen (OFF1) am meisten

Schwierigkeiten und die Gruppen erreichen hier zusammen im Durchschnitt 4,56 Punkte von zehn möglichen Punkten.

Im Mittel ist die VG I in den Bereichen OFF1 und DIC im Prätest am besten, allerdings ist sie im Bereich MUL am schlechtesten. Dort ist die VG III am besten. Im Vergleich zwischen den Gruppen ist die Vergleichsgruppe III jedoch am besten im Prätest. Im Mittel hat die Vergleichsgruppe II die schlechtesten Ergebnisse. In sieben von zwölf Wissensfragen erreichen sie die niedrigste Punktzahl.

Das heißt, die Gruppenzugehörigkeit hat bei diesen drei Fragen einen mittleren Effekt auf die Leistung. VG III ist bei diesen Fragen (F6, F7, F11) signifikant besser als die VG I und/oder die VG II. Die Gruppenzugehörigkeit scheint zum Teil im Bereich der Multiple-Choice- und dichotomen Fragen (des Prätests) einen mittleren Effekt auf das richtige Beantworten dieser Fragen zu haben.

Bei diesen Fragen (F6, F7, F11) wird Wissen über die Wirkung von Pflanzen auf das Stadtklima und Energiequellen, im Speziellen erneuerbaren Energien, abgefragt. Aufgrund der (signifikant) besseren Leistung der Vergleichsgruppe III lässt sich vermuten, dass sie dieses Wissen bereits im Unterricht erlangt haben.

Im Allgemeinen unterscheiden sich die Gruppen nicht sehr voneinander. Die Daten sind normalverteilt. Weder der U-Test noch der t-Test zeigen bei den Gesamtpunktzahlen im Prätest signifikante Unterschiede zwischen den drei Vergleichsgruppen oder zwischen den Geschlechtern.

Je nach Betrachtung („Fallausschluss Test für Test“ oder „listenweise Fallausschluss“) der durchschnittlichen Mittelwerte der Fragen F1 – F12 kommt man zu anderen Ergebnissen. Die untere Auflistung zeigt die absoluten Mittelwerte der Gesamtergebnisse der einzelnen Gruppen errechnet mit allen Schüler*innen, die am Prätest teilgenommen haben, demzufolge ein „Fallausschluss Test für Test“. Sie zeigt außerdem die Mittelwerte aus den Summen der kombinierten Gesamtergebnisse der verschiedenen Gruppen.

VG I bzw. SG (n = 16) \approx 82;

VG II bzw. VG (n = 18) \approx 80,11;

VG III bzw. NG (n = 26) \approx 84,38

Σ (VG I+VG II+VG III)/ 3 \approx 82,16 (n = 60);

von 120 möglichen Punkten.

SPSS errechnet bei einem ‚listenweisen Fallausschluss‘ (das bedeutet, dass hier nur die Schüler*innen analysiert werden, die alle drei Testate mitgeschrieben haben) folgende Werte:

VG I bzw. SG (n = 13) \approx 75,31
VG II bzw. VG (n = 16) \approx 78,31
VG III bzw. NG (n = 23) \approx 85,83
 Σ (VG I+VG II+VG III)/ 3 \approx 79,82 (n = 52);
von 120 möglichen Punkten.

Es ist zu erkennen, dass es Unterschiede zwischen den beiden Analysen geben kann. Diese Unterschiede werden auch bei den Posttests auftreten und hängen höchstwahrscheinlich mit dem unterschiedlichen Stichprobenumfang zusammen. Bei der Analyse mit dem ‚listenweisen Fallausschluss‘ ist die Stichprobe in der Regel kleiner, da nur die Schüler*innen analysiert werden, die alle drei Tests mitgeschrieben haben. Somit kann es sein, dass Schüler*innen, die in den einzelnen Test besonders gut oder auch eher nicht so gut waren hier herausfallen und die Mittelwerte der Gesamtergebnisse sich dementsprechend ändern.

Bei den Umfrage-Fragen können nur die Vergleichsgruppen I und II untersucht und verglichen werden, da sie nur für diese beiden Gruppen erhoben werden. Die VG II findet mehr Gefallen an den Themen im naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs als die VG I und gibt an, dass sie im Unterricht häufig konzentriert bei der Sache ist. Trotzdem erbringt die VG II im Prätest beim Wissensteil im Mittel die schlechteste Leistung, wenn man mit einem ‚Fallausschluss Test für Test‘ analysiert. Bei einem ‚listenweisen Fallausschluss‘ ist sie besser als die VG I, demnach würde die obere Aussage gut passen. Allerdings gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen bei der Gesamtpunktzahl des Wissensteils.

Zwischenfazit: Je nach Fallausschluss-Verfahren ist entweder die VG I oder die VG II im mittleren Gesamtergebnis (F1 - F12) besser, wobei die VG III in beiden Fällen bei den Fragen 1 – 12 besser ist als die beiden anderen Gruppen. Es gibt aber keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Diese Ergebnisse sind gut, da die Gruppen sich aufgrund der ähnlichen Variablen (Alter, Stufe, schulischer sowie sozialer Hintergrund etc.) hypothetisch nicht unterscheiden sollten im Prätest. Auch Mädchen und Jungen sollten sich in den Wissensfragen kaum unterscheiden. Sie könnten sich aber bei den Fragen nach Interessen und Meinungen unterscheiden. Es gibt keine geschlechtsspezifischen, signifikanten Unterschiede bei den Wissensfragen.

Alle Gruppen sind im Bereich der Multiple-Choice-Fragen am besten, darauf folgen die dichotomen Fragen und die meisten Schwierigkeiten haben sie mit den offenen Fragen. Es gibt bei einigen Fragen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, so dass die Gruppenzugehörigkeit zum Teil einen mittleren Effekt auf das richtige Beantworten der Fragen zu haben scheint.

6.3 Daten und Ergebnisse im Posttest 1

Der Posttest 1 (auch 1. wissenschaftliches Abtestat genannt) fragt, wie im Prätest, zunächst die ‚harten Daten‘ der Schüler*innen ab. Danach folgen (Wissens-)Fragen zum inhaltlichen Thema ‚Stadtklima‘, um ihren Wissensstand nach der ersten Intervention durch das fächerübergreifende Basismodul im Schülerlabor zum Thema ‚Stadtklima‘ zu prüfen. Am Ende bewerten die Schüler*innen durch Schulnoten die ‚Experimentiertage‘, ihr Interesse am Thema und ihre (Gruppen-)Leistung im Schülerlabor. Des Weiteren sollen sie Aussagen über die Inhalte und ihre Motivation gegenüber dem fächerübergreifenden Modul bewerten. Der Posttest 1 gilt für alle Gruppen als Testzeitpunkt 2 (t_2) im Projekt und erfolgt (in der Schule) nach vier Experimentiertagen im Schülerlabor. Für die Vergleichsgruppe III war es zugleich das letzte Testat. Sie haben zu diesem Zeitpunkt auch ihre Map zum Thema ‚Stadtklima‘ angefertigt, dessen Ergebnisse in Kapitel 6.2 folgen.

6.3.1 Analyse der Daten zu den Wissensfragen nach Bereichen – Posttest 1

Im Folgenden werden wie in Abschnitt 6.1.4 der Mittelwert, die Standardabweichung, der Median und die Schiefe für die Fragen F1 bis F3, F4 bis F7 sowie F8 bis F12 des Posttests dargestellt. Zusätzlich werden die Fragen F13 bis F18 im neuen Bereich ‚offene Fragen 2‘ (OFF2) dargestellt und analysiert/diskutiert.

Bereich ‚offene Fragen‘

Die Daten aller Vergleichsgruppen sind im Posttest bei F1 – F3 nicht normalverteilt. Sie sind aber ordinalskaliert und können daher hier mit dem Mann-Whitney U-Test und dem Wilcoxon

W-Test analysiert werden. Der U-Test zeigt bei keinen der Analysen ein signifikantes Ergebnis, das heißt die Gruppen unterscheiden sich in diesem Bereich (OFF1 im Posttest 1) nicht (signifikant) in ihren Leistungen.

Der W-Test, welcher Unterschiede zwischen den Leistungen einer Gruppe (oder auch eines Probanden) zu den verschiedenen Testzeitpunkten analysiert, zeigt aber signifikante Ergebnisse.

Bei F1 und F2 gibt es bei der Vergleichsgruppe I einen signifikanten Unterschied zwischen dem Prätest und Posttest 1.

F1: Statistik für Test^a der VG I

	Unterschied Wetter Klima - Unterschied Wetter Klima 2	Unterschied Wetter Klima 2 - Unterschied Wetter Klima 3	Unterschied Wetter Klima - Unterschied Wetter Klima 3
Z	-1,977 ^b	,000 ^c	-2,124 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,048	1,000	,034

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

c. Die Summe der negativen Ränge ist gleich der Summe der positiven Ränge.

F2: Statistik für Test^a der VG I

	Stadtklima und Umgebung - Stadtklima und Umgebung 2	Stadtklima und Umgebung - Stadtklima und Umgebung 3	Stadtklima und Umgebung 2 - Stadtklima und Umgebung 3
Z	-2,627 ^b	-2,808 ^b	-1,027 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,009	,005	,305

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Das heißt, dass die Ergebnisse der Schüler*innen der VG I bei diesen Fragen im Posttest 1 auf einem Signifikanzniveau $p \leq 0,05$ besser als die im Prätest sind. Erkennlich wird dieses Ergebnis auch mit Hilfe der Mittelwerte. Während sie im Prätest bei F1 und F2 durchschnittlich 4,8 bzw. 4,75 Punkte erreichten, erreichen sie im Posttest 1 im Schnitt 6 bzw. 6,56 Punkte.

Die Effektstärken betragen hier für $F1_{VG I}$: $r \approx -0,51$ und für $F2_{VG II}$: $r \approx -0,66$ und sind somit starke Effekte.

Bei F2 und F3 verbessert sich die VG III ebenfalls signifikant. Die Wissensentwicklung der Gruppe ist bei F2 zwischen dem Prätest und dem Posttest 1 signifikant und zeigt eine verbesserte Leistung im Posttest 1.

F2: Statistik für Test^a für VG III

	Stadtklima und Umgebung - Stadtklima und Umgebung 2
Z	-2,841 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,004

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Die Wissensentwicklung der VG III ist bei F3 zwischen dem Prätest und dem Posttest 1 auf einem Niveau von $p \leq 0,05$ signifikant und zeigt ebenfalls eine verbesserte Leistung im Posttest 1.

F3: Statistik für Test^a für VG III

	Faktoren für Temperatur - Faktoren für Temperatur 2
Z	-2,072 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,038

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Die Effektstärken betragen hier für $F2_{VG III}$: $r \approx -0,59$ und für $F3_{VG III}$: $r \approx -0,43$ und sind somit starke bzw. mittlere Effekte.

Die VG II zeigt keine signifikanten Änderungen zwischen ihren Testaten.

Bei Betrachtung der Mittelwerte ist außerdem zu erkennen, dass die F2 von allen Gruppen im Schnitt am besten beantwortet wird und F3 am schlechtesten.

Bereich ‚Multiple-Choice Fragen‘

Die Daten sind für alle Vergleichsgruppen im Posttest 1 bei F4 – F7 nicht normalverteilt. Sie sind aber ordinalskaliert und können daher mit dem Mann-Whitney U-Test und dem Wilcoxon W-Test analysiert werden.

Bei F4 ist der Leistungsunterschied zwischen der VG II und den beiden anderen Gruppen signifikant.

F4: Statistik für Test^a für VG I und VG II

	Enge Bebauung der Stadt 2
Mann-Whitney-U	96,000
Wilcoxon-W	267,000
Z	-1,950
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,051
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,102 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

F4: Statistik für Test^a für VG II und VG III

	Enge Bebauung der Stadt 2
Mann-Whitney-U	117,000
Wilcoxon-W	393,000
Z	-2,177
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,029
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,057 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

VG II ist hier besser und erreicht bei den Mittelwerten im Schnitt 9,06 von zehn möglichen Punkten, während die VG I und III nur durchschnittlich 8,33 bzw. 7,78 Punkte bei dieser Frage erreichen. Die Effektgrößen betragen bei $F4_{(VG I \text{ vs. } VG II)}$: $r \approx -0,33$ und bei $F4_{(VG II \text{ vs. } VG III)}$: $r \approx -0,35$, welche als mittlerer Effekt gelten.

Der Wilcoxon W-Test zeigt in keine der Analysen ein signifikantes Ergebnis. Das heißt bei F4 unterscheidet sich keine der Gruppen (signifikant) in ihren Leistungen bzw. Ergebnissen zwischen dem Prätest und Posttest 1.

Bei F5 zeigt der U-Test in keine der Analysen ein signifikantes Ergebnis, das heißt bei dieser Frage im Posttest unterscheiden die Gruppen sich nicht in ihren Leistungen. Der W-Test zwischen Prä- und Posttest 1 bei der VG II ist signifikant und zeigt gegenüber dem Prätest (im Schnitt 7,33 von 10 Punkten) eine verbesserte Leistung im Posttest 1 (im Schnitt 9,17 von 10 Punkten).

F5: Statistik für Test^a für VG II

	Schadstoffausstoß in der Stadt - Schadstoffausstoß in der Stadt 2	Schadstoffausstoß in der Stadt 2 - Schadstoffausstoß in der Stadt 3
Z	-3,051 ^b	-1,342 ^c
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,002	,180

Der Effekt bei F5_{VG II} ist mit $r \approx -0,72$ stark.

Bei F6 zeigt der U-Test einen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen der VG II und VG III, wobei die VG III hier die besseren Leistungen zeigt. Die Effektgröße liegt bei F6_(VG II vs. VG III): $r \approx -0,31$.

F6: Statistik für Test^a für VG II und VG III

	Pflanzen in der Stadt 2
Mann-Whitney-U	149,500
Wilcoxon-W	320,500
Z	-2,664
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,008

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

Des Weiteren gibt es bei dieser Frage im U-Test einen signifikanten Unterscheid in der Leistung der Mädchen gegenüber den Jungs. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Mädchen F6 besser beantwortet als ein Junge liegt bei einem Signifikanzniveau $p \leq 0,05$. Das Geschlecht mit $r \approx -0,31$ einen mittleren Effekt auf das richtige (bessere) Beantworten der Frage.

Auch der W-Test zeigt bei dieser Frage für die VG II einen signifikanten Unterschied zwischen Prätest und Posttest 1. Wenn man sich allerdings die Mittelwerte anschaut, verschlechtert sich die VG II im Posttest 1 (im Schnitt 9,17 von 10 Punkten) im Vergleich zum Prätest (im Schnitt 9,83 Punkte von 10 Punkten).

F6: Statistik für Test^a für VG II

	Pflanzen in der Stadt - Pflanzen in der Stadt 2	Pflanzen in der Stadt - Pflanzen in der Stadt 3	Pflanzen in der Stadt 2 - Pflanzen in der Stadt 3
Z	-2,000 ^b	-1,000 ^c	-1,732 ^c
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,046	,317	,083

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf negativen Rängen.
- c. Basiert auf positiven Rängen.

Der Testzeitpunkt hat hier einen mittleren Effekt, $r \approx -0,47$. Diese Frage wird wie im Prätest im Schnitt von allen am besten beantwortet, dicht gefolgt von F7.

Bei F7 zeigt der U-Test in keine der Analysen ein signifikantes Ergebnis, das heißt dass die Gruppen sich bei dieser Frage im Posttest 1 nicht signifikant in ihren Leistungen unterscheiden. Die Wissensentwicklung der VG II ist zwischen Prätest und Posttest 1 signifikant und zeigt eine Verbesserung der Ergebnisse im Posttest 1. Die Effektgröße beträgt $r \approx -0,47$.

F7: Statistik für Test^a für VG II

	Energiequellen besser für Stadt - Energiequellen besser für Stadt 2
Z	-2,000 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,046

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf positiven Rängen.

Außerdem haben die Jungs diese Frage auf dem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser beantwortet als die Mädchen. Die Effektgröße ist allerdings mit $r \approx -0,28$ eher klein.

In diesem Bereich (MUL) ist die VG III im Posttest 1 bei allen Fragen außer F6 am schlechtesten.

Bereich ‚dichotome Fragen‘

Wie in der Datendarstellung des Prätests beschrieben sind die Daten in diesem Bereich (DIC) nominal verteilt und somit können der t-Test, Wilcoxon W-Test oder Mann-Whitney U-Test hier keine Anwendung finden. Es werden Chi²-Tests und Kreuztabellen zur Analyse angewendet. Diese Tests zeigen im Posttest 1 bei keiner der Analysen der Fragen signifikante Ergebnisse.

Bereich ‚offene Fragen 2‘

In diesem Bereich (OFF2) bekommen die Schüler*innen erneut offene Fragen gestellt. Hier zielen die Fragen auf Inhalte der Stationen ab, die sie bei dem fächerübergreifenden Modul im Schülerlabor (Intervention) kennengelernt haben. Die Daten aus diesem Bereich werden in der Gesamtbetrachtung nicht so stark in den Vergleich gezogen, da sie im Prätest nicht erhoben werden.

Alle Daten sind nicht normalverteilt, mit Ausnahme der VG I bei F16. Alle Daten sind ordinalskaliert. Sie können daher mit dem Mann-Whitney U-Test und dem Wilcoxon W-Test untersucht werden. Allerdings kann der W-Test nur für den Vergleich zwischen den Posttests 1 und 2 verwendet werden und dort nur für den Vergleich zwischen der VG I und II, da die VG III keinen Posttest 2 geschrieben hat. Des Weiteren kann ein t-Test für die VG I bei F16 angewendet werden.

Wie in ‚OFF1‘ holen alle Vergleichsgruppen auch hier in ‚OFF2‘ durchschnittlich viel weniger Punkte als in den anderen beiden Bereichen, ‚MUL‘ und ‚DIC‘. Sie erbringen zudem durchschnittlich schlechtere Leistungen als im Bereich ‚OFF1‘ in diesem Testat.

Bei F13 zeigen beide Tests (U- und W-Test) keine signifikanten Ergebnisse. Die VG I beantwortet die Frage mit durchschnittlich 5,11 von 10 Punkten am besten, VG II mit 4,33 von 10 Punkten am schlechtesten.

Zur VG III liegen bei F14 keine Ergebnisse vor, da sie die inhaltlich passende Station ‚Kölner Oberflächen‘ im fächerübergreifenden Modul (aus Zeitgründen und wegen des Einfachheitsgrads) nicht durchgeführt haben und somit ihnen diese Frage im Posttest nicht

gestellt wird. Beide Analyse-Tests ergeben keine signifikanten Ergebnisse. Die Schüler*innen haben hier im Schnitt weniger Punkte als bei F13, etwa 4,42 von 10 Punkten.

Bei F15 haben VG II und III auf einem Signifikanzniveau $p \leq 0,05$ bessere Leistungen als die VG I. Trotzdem hat VG III hier die höchste Punktzahl von allen Gruppen.

F15: Statistik für Test^a für VG I und VG II

	Sensoren in Wetterstation 2
Mann-Whitney-U	104,000
Wilcoxon-W	240,000
Z	-1,956
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,050
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,175 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Studien-, Vergleichs- und neu Vergleichsgruppe)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

F15: Statistik für Test^a für VG I und VG III

	Sensoren in Wetterstation 2
Mann-Whitney-U	127,500
Wilcoxon-W	263,500
Z	-2,106
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,035
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,107 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Studien-, Vergleichs- und neu Vergleichsgruppe)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Die Effektgrößen betragen F15(VG I vs. VG II und VG I vs. VG III): $r \approx -0,34$. In diesem Bereich wird F15 im Mittel von allen Vergleichsgruppen am besten beantwortet.

Obwohl bei F16 außer dem U- und W-Test auch ein t-Test durchgeführt wird, gibt es zwischen den Gruppen und den Testzeitpunkten keine signifikanten Unterschiede. Diese Frage wird in diesem Testat von allen Gruppen im Schnitt mit 4 von 10 Punkten am schlechtesten beantwortet.

Bei F17 und F18 zeigt keiner der Analyse-Tests einen signifikanten Unterschied.

6.3.2 Analyse der Daten zu den Umfrage-Fragen und den Benotungen durch die Schüler*innen im Posttest 1

Im Bereich ‚Umfrage-Fragen‘ gibt es im Posttest 1 nur eine Frage, die mit SPSS analysiert werden kann. Da hier höhere Effektgrößen auftreten, wird auch das Bestimmtheitsmaß betrachtet.

Bereich ‚Umfrage-Fragen‘

Bei U7 sind Daten nicht normalverteilt und es gibt keine verbundene Stichprobe. Sie sind aber nominalskaliert und wurden daher zunächst einem Chi-Quadrat-Test unterzogen. Dieser Test zeigt in allen Analysen kein signifikantes Ergebnis. Es handelt sich um die Frage „Welchen Aussagen stimmst du zu?“. Hierbei werden zehn Aussagen zur Auswahl gestellt, wobei mehrfaches Ankreuzen möglich ist. Die Analysen zeigen, dass die Gruppen sich in der Zustimmung der jeweiligen Aussagen über sich und das Schülerlabor nicht (signifikant) unterscheiden. Diese Frage wird nur den Vergleichsgruppen I und II gestellt.

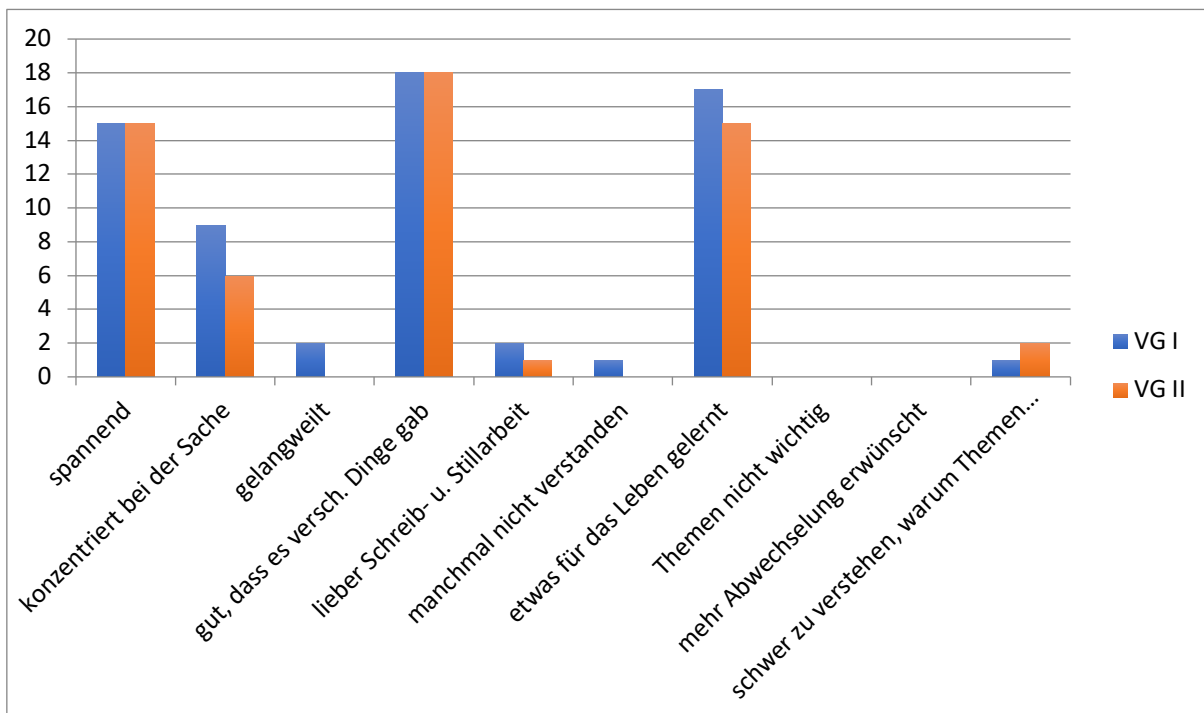


Abb. 46: Diagramm zur Zustimmung der Schüler*innen zu den verschiedenen Arbeitsmethoden im Kurs. Eigenes Diagramm.

Auf dem unteren Diagramm (Abb. 47) sind bei beiden Vergleichsgruppen und bei der numerischen Gesamtauswertung jeweils die gleichen drei Peaks zu erkennen.

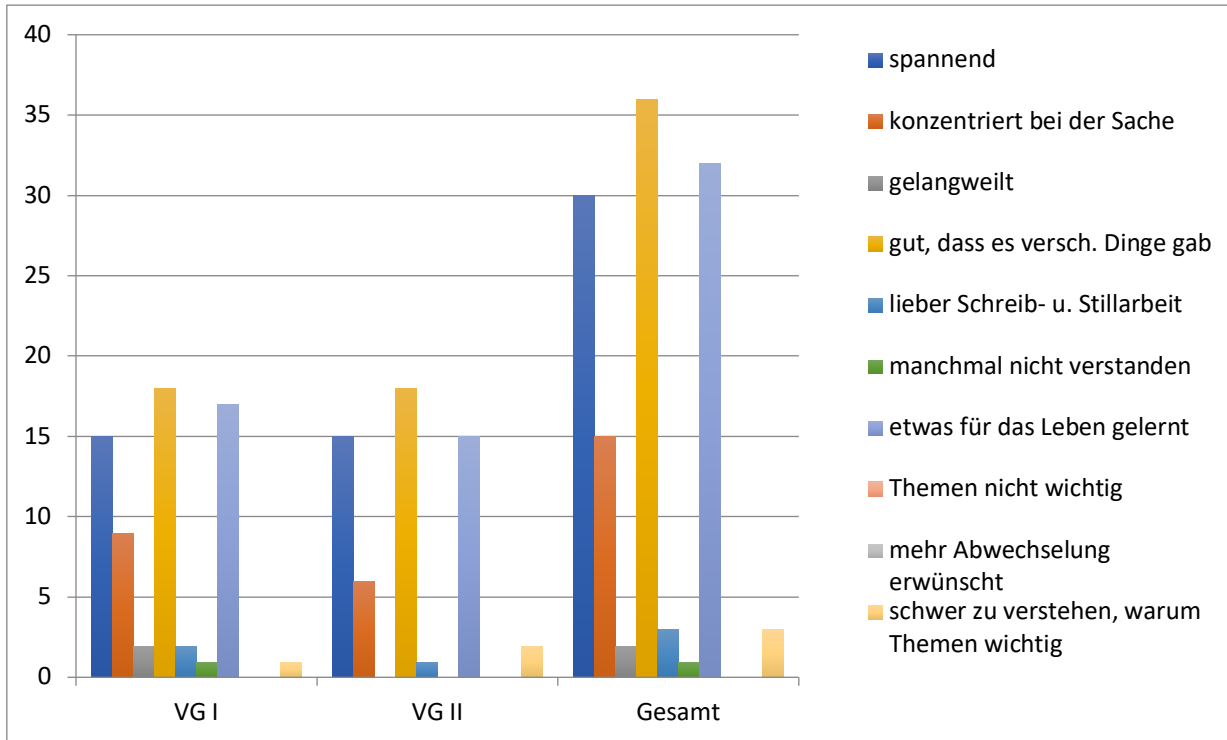


Abb. 47: Numerische Zustimmung der Schüler*innen zu den Aussagen über das Schülerlabor (nur beliebte und unbeliebte Aussagen). Eigenes Diagramm, 2018.

Folgende Aussagen haben die meiste Zustimmung von den Schüler*innen erhalten:

- „Ich fand es gut, dass wir im Schülerlabor viele verschiedene Dinge machen konnten.“ – 100 % der Schüler*innen (36 von 36 SuS).
- „Im Schülerlabor habe ich nicht nur etwas für die Schule gelernt, sondern auch für das Leben außerhalb der Schule.“ – etwa 88,9 % der Schüler*innen (32 von 36 SuS).
- „Was wir im Schülerlabor gemacht/gelernt haben, fand ich meistens recht spannend.“ – etwa 83,3 % der Schüler*innen (30 von 36 SuS).

Folgende Aussagen haben kaum oder gar keine Zustimmung von den Schüler*innen erhalten:

- „Ich habe manchmal gar nicht verstanden, was wir im Schülerlabor gemacht haben.“ – etwa 2,8 % der Schüler*innen (1 von 36 SuS).
- „Ich halte die Themen aus den Experimentiertagen für nicht so wichtig.“ – 0 % der Schüler*innen (0 von 36 SuS).

- „Generell hätte ich mir im Schülerlabor mehr Abwechslung gewünscht.“ – 0 % der Schüler*innen (0 und 36 SuS).

Bereich ‚Benotung‘

Im Bereich ‚Benotung‘ gibt es im Posttest 1 elf Fragen (B 1.1 bis 11.1) bzw. Aussagen und Aufgaben, bei denen sich die Schüler*innen selber benoten bzw. mit Noten einschätzen. Es geht unter anderem darum, wie die Schüler*innen das Schülerlabor im Allgemeinen finden, wie gut sie mit ihrem Wissen und den Experimenten zurechtkommen, wie groß ihr Interesse am Thema ist, wie sie ihre Mitarbeit und ihren Erfolg im Schülerlabor bewerten und welche Methoden ihnen gefallen. Die Daten sind nicht normalverteilt, sie sind aber intervallskaliert. Im Folgenden werden die signifikanten Ergebnisse des U-Tests dargestellt.

Es gibt bei zwei Fragen (B4.1 und B9.1) jeweils einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern.

B4.1 und B9.1: Ränge für Geschlecht

	Geschlecht der Testperson	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Verständnis der Experimentinhalte	männlich	23	35,78	823,00
	weiblich	36	26,31	947,00
	Gesamt	59		
Erfolg bei der Arbeit im Schülerlabor	männlich	23	36,26	834,00
	weiblich	36	26,00	936,00
	Gesamt	59		

B4.1 und B9.1: Statistik für Test^a für Geschlecht

Statistik für Test ^a						
Rang	Verständnis der Experimentinhalte	Interesse am Thema Stadtklima vor den Experimentiertagen	Interesse unmittelbar nach den Experimentiertagen 2	Mitarbeit der Gruppe im Schülerlabor	Eigene Mitarbeit im Schülerlabor	Erfolg bei der Arbeit im Schülerlabor
100	281,000	380,000	396,500	392,500	346,000	270,000
100	947,000	656,000	1062,500	668,500	622,000	936,000
173	-2,093	-,536	-,275	-,339	-1,078	-2,259
103	,036	,592	,783	,734	,281	,024

Die Jungs bewerten sich jeweils besser bei den Fragen B4.1 „Wie gut hast du die Inhalte beim Experimentieren verstanden?“ und B9.1 „Wie erfolgreich hast du dich bei der Arbeit im Schülerlabor gefühlt?“. Bei B4.1 haben die Jungen ihr Verständnis für die Inhalte beim Experimentieren auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser bewertet als die Mädchen. Die Effektgröße ist mit $r \approx -0,27$ allerdings klein. Bei B9.1 haben die Jungen ihr Gefühl erfolgreich im Schülerlabor gearbeitet zu haben signifikant besser bewertet als die Mädchen. Auch hier ist die Effektgröße mit $r \approx -0,29$ schwach. Zwischen den Vergleichsgruppen gibt es ebenfalls einige Unterschiede.

B1.1: Ränge für VG I und VG III

	Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Gefallen an	VG I	17	26,76	455,00
Experimentier-tagen im	VG III	23	15,87	365,00
S-Lab	Gesamt	40		

B1.1: Statistik für Test^a für VG I und VG III

	Gefallen an Experimentiertagen im S-Lab
Mann-Whitney-U	89,000
Wilcoxon-W	365,000
Z	-2,940
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,003
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,003 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Bei B1.1 „Wie haben dir die Experimentiertage im Schülerlabor gefallen?“ benotet die VG III die Experimentiertage bzw. das fächerübergreifende Modul im Schülerlabor auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ schlechter als VG I und VG II. Oben wird dies am Beispiel des Vergleichs der VG I mit VG III dargestellt. Zwischen diesen beiden Gruppen ist die Effektgröße mit $r \approx -0,47$ mittel groß und zwischen der VG II und VG III ist er mit $r \approx -0,53$ ebenfalls mittel (siehe untere Tabelle). Die untere Tabelle zeigt, dass die VG III auch B2.1 „Wie wohl hast du dich im Schülerlabor gefühlt?“ ihr Wohlbefinden und die Atmosphäre im Schülerlabor signifikant schlechter benotet als die VG II (auch als die VG I, aber nicht signifikant). Die Effektgröße ist mit $r \approx -0,41$ mittel groß. Gründe hierfür könnten sein, dass

die VG III im Gegensatz zu der VG I und II im Schülerlabor eine Lerntheke mit nur fünf Stationen und Anleitungen hatte. Das heißt, die Station ‚Kölner Oberflächen‘ fehlte bei dieser Gruppe. Sie wurden nicht so eng und persönlich von den Studierenden betreut und mussten sich mit Hilfe von Anleitungen und Arbeitsblättern viel mehr selbst erarbeiten als die anderen beiden Gruppen.

B1.1, B2.1, B6.1 und B10.1: Statistik für Test^a für VG II und VG III

	Gefallen an Experimentiertagen im S-Lab	Atmosphäre im Schülerlabor	Interesse unmittelbar nach den Experimentiertagen 2	Gefallen an Unterrichtsmethoden im S-Lab: Gruppenarbeit
Mann-Whitney-U	80,000	109,500	116,500	119,500
Wilcoxon-W	356,000	385,500	392,500	395,500
Z	-3,373	-2,596	-2,396	-2,329
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,001	,009	,017	,020

Die VG II bewertet ihr Interesse an dem Thema ‚Stadtklima‘ nach den Experimentiertagen in B6.1: „Wie groß ist dein Interesse an dem Thema JETZT?“, auf einem Signifikanzniveau $p \leq 0,05$ höher als die VG III. Somit hat die Gruppenzugehörigkeit (und das Bedingungsfeld der Gruppe) mit $r \approx 0,37$ einen mittleren Effekt, wenn es um das Interesse am Thema ‚Stadtklima‘ nach dem fächerübergreifenden Modul geht.

B5.1 und B6.1: Statistik für Test^a für VG I, II und III

	Interesse am Thema Stadtklima vor den Experimentiertagen - Interesse unmittelbar nach den Experimentiertagen 2
Z	-5,157 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Wenn man den W-Test anwendet, zeigt sich, dass es zwischen der Bewertung B5.1 „Wie groß war dein Interesse an dem Thema Stadtklima VOR den Experimentiertagen?“ und B6.1 „Wie groß ist dein Interesse an dem Thema JETZT?“ im Schnitt aller Vergleichsgruppen einen signifikanten Unterschied gibt. Schaut man sich die Mittelwerte an, ist das Interesse am Thema

Stadtklima nach den Experimentiertagen mit $r_{(VG\ I, II\ und\ III)} \approx 0,67$ bei allen Gruppen im Schnitt größer. Dies bedeutet, dass die Intervention mit dem fächerübergreifenden Modul im Schülerlabor einen starken Effekt hat und die Schüler*innen vermutlich neugierig auf das Thema macht sowie ihr Interesse am Thema erhöht (zumindest unmittelbar im Anschluss an die Intervention).

Betrachtet man die Entwicklung der Gruppen von B5.1 zu B6.1 einzeln, gibt es bei der VG I und VG II jeweils einen signifikanten Unterschied (siehe untere Tabellen). Mit $r_{VG\ I} \approx -0,88$ und $r_{VG\ II} \approx -0,81$ hat das fächerübergreifende Modul bei diesen beiden Gruppen einen starken Effekt auf die Steigerung und Bewertung des eigenen Interesses am Thema ‚Stadtklima‘. Das Bestimmtheitsmaß oder der Determinationskoeffizient beträgt hier $R^2_{(VG\ I)} \approx (-0,88)^2 \approx 0,774$ und für $R^2_{(VG\ II)} \approx (-0,81)^2 \approx 0,655$. Das heißt, dass etwa 77,4 % der Varianzen der VG I bei dieser Frage mit der Intervention erklärbar sind. Für die VG II sind es etwa 65,5 %. Bei VG III gibt es keinen signifikanten Unterschied in ihrem Interesse am Thema vor und nach der Intervention.

6.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse (der Wissensfragen) im Posttest 1

Insgesamt gesehen haben sich alle Gruppen vom ‚Wissenschaftlichen Antestat‘ (Prätest) hin zum Posttest 1 verbessert, durchschnittlich um etwa + 6,08 Punkte (wenn man nur die Fragen F1 – F12 betrachtet). Allerdings haben sich die VG I im Bereich DIC und die VG III im Bereich MUL etwas verschlechtert, was aber durch die besseren Ergebnisse der jeweils anderen Gruppen an diesen Stellen ausgeglichen wird. Vom Prätest zum Posttest 1 hat sich die VG II am meisten verbessert, dennoch haben sie auch im Posttest 1 durchschnittlich die wenigsten Punkte.

Im Posttest 1 ist der Bereich OFF1 weiterhin schwierig für die Schüler*innen aller Vergleichsgruppen, sie erlangen hier durchschnittlich 5,32 von 10 Punkten. Es fällt ihnen immer noch schwer Unterschiede zwischen Wetter und Klima zu benennen. Dennoch haben sich die VG I und VG III in diesem Bereich zwischen Prätest und Posttest 1 signifikant verbessert. Schwieriger ist jedoch der neue Bereich OFF2, in dem sie nur durchschnittlich 4,36 von 10 Punkten erreichen. Im Bereich MUL erreichen sie im gleichen Test mit 9,12 von 10 Punkten im Schnitt eine sehr hohe Punktzahl. Wie im Prätest ist VG II hier (bei MUL) am besten. Ebenfalls wie im Prätest, beantworten die Schüler*innen die Fragen im Bereich DIC im Posttest 1 am zweitbesten.

Auffällig ist, dass alle Schüler*innen aller Vergleichsgruppen F11: „Häuser deren Wände oder Dächer mit Pflanzen bewachsen sind verbessern das Klima der Stadt...“ richtig beantwortet! Das deutet daraufhin, dass sie einen Zusammenhang zwischen den filternden und kühlenden Effekt erkennen und verstehen. F6 und F7 werden ebenfalls von fast allen Schüler*innen richtig beantwortet. Diese drei Fragen scheinen den Schüler*innen die wenigsten Schwierigkeiten zu bereiten. Ein interessantes Ergebnis bezüglich des Geschlechts gibt es bei diesen beiden Fragen. Wenn es um die Wirkung von Pflanzen auf das Klima (F6) geht, sind die Mädchen signifikant besser (eher Interesse an Natur/Biologie). Aber wenn es darum geht, welche Energiequellen besser für das Stadtklima (F7) sind, sind die Jungs signifikant besser (eher technisches Wissen/Interesse).

Am meisten Schwierigkeiten haben die Schüler*innen mit F16: „Beschreibe wie der CO₂-Gehalt in einer Stadt wie Köln die Temperatur beeinflussen kann.“. Hier kommen sie im Schnitt nur auf 4 von 10 Punkten. Die Frage könnte zu schwer sein. Es könnte aber auch sein, dass die Schüler*innen keine Lust hatten alle Faktoren aufzulisten. Bei F14, F3 und F10 erlangen sie ebenfalls sehr wenige Punkte.

Die Effektgrößen sind mittel bis groß. Das Bestimmtheitsmaß bewegt sich für die Wissensfragen mit signifikanten Unterschieden zwischen ca. 9,6 % und ca. 51,8 %.

In der Gesamtpunktzahl gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Analysiert man nur die Fragen F1-F12 (Wissensteil ohne „Offene Fragen –Teil II) mit dem W-Test (und einem t-Test) verbessern sich die VG I und II signifikant gegenüber dem Prätest. Die Intervention (bzw. der Zeitpunkt der Tests) scheint bei diesen beiden Gruppen einen starken Effekt auf die Gesamtleistung im Wissensteil zu haben, denn $r_{VG I} \approx 0,57$ und $r_{VG II} \approx 0,62$ (unter vorheriger Anwendung des t-Tests: $r_{VG I} \approx 0,73$ und $r_{VG II} \approx 0,76$). Die Intervention hat für die VG I und VG II einen starken Effekt auf ihre Gesamtpunktzahl und auf ihre Leistung beim Wissensteil (F1 bis F12). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Schüler*innen ihr Wissen erweitert haben.

Insgesamt gesehen gibt es auch keinen Unterschied zwischen den Geschlechtern, bis auf die oben genannten Einzelfälle.

Je nach Betrachtung (,Fallausschluss Test für Test‘ oder ,listenweiser Fallausschluss‘) der durchschnittlichen Mittelwerte der Fragen F1 – F12 kommt man zu anderen Ergebnissen. Bei einem ,Fallausschluss Test für Test‘ verbessern sich alle Gruppen hier gegenüber dem Prätest. Die VG I um + 6,17, die VG II um + 6,10 und VG III um + 5,97 Punkte. Zusammengenommen verbessern sich die Gruppen im Schnitt um + 6,08 Punkte. Es folgen die absoluten Mittelwerte der Gesamtergebnisse der einzelnen Gruppen errechnet mit allen Schüler*innen, die am Postest

1 teilgenommen haben (,Fallausschluss Test für Test‘). Außerdem die Mittelwerte aus den Summen, wenn man die Gesamtergebnisse der verschiedenen Gruppen kombiniert.

VG I bzw. SG (n = 18) \approx 88,17;
VG II bzw. VG (n = 18) \approx 86,21;
VG III bzw. NG (n = 23) \approx 90,35.
 Σ (VG I+VG II+VG III)/ 3 \approx 88,24 (n = 59);
von 120 möglichen Punkten (F13-18 wurden weggelassen).

SPSS errechnet bei einem ,listenweisen Fallausschluss‘ (das bedeutet, dass hier nur die Schüler*innen analysiert werde, die alle drei Testate mitgeschrieben haben) folgende Werte:

VG I bzw. SG (n = 13) \approx 86,00
VG II bzw. VG (n = 16) \approx 87,44
VG III bzw. NG (n = 23) \approx 90,35
 Σ (SG+VG+NG)/ 3 \approx 87,93 (n = 52);
von 120 möglichen Punkten.

Bei der Analyse mit einem ,listenweisen Fallausschluss‘ verbessern sich ebenfalls alle Gruppen im Posttest 1 gegenüber dem Prätest. Die VG I verbessert sich am meisten mit + 10,69, gefolgt von der VG II mit + 9,13 und schließlich der VG III mit + 4,52 Punkte im Mittel.

Insgesamt bewertet die Vergleichsgruppe II verschiedene Punkte (signifikant) besser als die VG III, unter anderem die Experimentiertage im Labor, das Gefühl bzw. die Atmosphäre im Schülerlabor und die Methode „Gruppenarbeit“ im Schülerlabor.

6.4 Daten und Ergebnisse im Posttest 2

6.4.1 Analyse der Daten zu den Wissensfragen nach Bereichen – Posttest 2

Der Posttest 2 (auch 2. wissenschaftliches Abtestat genannt) fragt, wie der Prätest und der Posttest 1, zunächst die ,harten Daten‘ der Schüler*innen ab. Danach folgen (Wissens-)Fragen zum inhaltlichen Thema ,Stadtklima‘, um ihren Wissensstand nach der ersten Intervention im Schülerlabor und der zweiten Intervention in der Schule, welche nur für die Vergleichsgruppen

I und II in unterschiedlicher Form (siehe Kapitel 4.2.6) durchgeführt wird, zu prüfen. Das Projekt ist für die VG III nach dem Posttest 1 beendet.

Am Ende des Testats bewerten die Schüler*innen durch Schulnoten die (Projekt-) Phase in der Schule ihre Motivation weiter am Thema ‚Stadtklima‘ zu arbeiten, ihre (Gruppen-)Arbeit in der Schule und das gesamte K.Ö.L.N.-Projekt. Zusätzlich haben sie die Aufgabe eine Map mit vorgegebenen Wörtern zum ‚Stadtklima‘ zu erstellen, dessen Ergebnisse in Kapitel 6.6 folgen. Der Posttest 2 gilt für die VG I und II als Testzeitpunkt 3 (T3) im Projekt und erfolgte nach der vier- bis fünfwöchigen (Projekt-)Phase in der Schule.

Bereich ‚offene Fragen‘

Die Daten der Vergleichsgruppen I und II sind im Posttest 2 bei F1 und F3 nicht normalverteilt, bei F2 sind sie jedoch normalverteilt. Sie sind alle ordinalskaliert und können daher hier mit dem Mann-Whitney U-Test und dem Wilcoxon W-Test analysiert werden. Außerdem kann bei F2 ein t-Test für unabhängige Stichproben angewendet werden.

Der U-Test zeigt bei Frage F1 „Was ist der Unterschied zwischen Wetter und Klima?“, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen der VG I und VG II gibt. Die VG I beantwortet diese Frage auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG II.

F1: Statistik für Test^a für VG I und VG II

	Unterschied Wetter Klima 3
Mann-Whitney-U	73,000
Wilcoxon-W	209,000
Z	-2,063
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,039
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,066 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Studien-, Vergleichs- und neu Vergleichsgruppe)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Die Effektgröße beträgt für $F1_{(VG I \text{ vs. } VG II)}$: $r \approx -0,37$. Dies bedeutet, dass die Gruppenzugehörigkeit einen mittleren Effekt auf die Leistung bei dieser Frage hat.

F1: Statistik für Test^a für VG I

	Unterschied Wetter Klima - Unterschied Wetter Klima 2	Unterschied Wetter Klima 2 - Unterschied Wetter Klima 3	Unterschied Wetter Klima - Unterschied Wetter Klima 3
Z	-1,977 ^b	,000 ^c	-2,124 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,048	1,000	,034

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

c. Die Summe der negativen Ränge ist gleich der Summe der positiven Ränge.

Wie zwischen Prätest und Posttest 1, zeigt der W-Test bei der VG I auch zwischen dem Prätest und dem Posttest 2 einen signifikanten Unterschied bei dieser Frage (obere Tabelle, rechte Spalte). Die Effektgröße $r_{(VG\ I)} \approx -0,55$ zeigt, dass der Zeitpunkt der Intervention bei dieser F2 auf diese Gruppe einen starken Effekt hat.

Bei F2 gibt es für die VG I einen signifikanten Unterschied zwischen dem Prätest und Posttest 2. Sie zeigen auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ eine bessere Leistung im Posttest 2.

F2: Statistik für Test^a für VG I

	Stadtklima und Umgebung - Stadtklima und Umgebung 3
Z	-2,808 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,005

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Somit hat die Intervention bei dieser Frage einen Effekt mit $r > 0,7$. Weder der U-Test noch der t-Test zeigen hier signifikante Ergebnisse.

Bei Frage F3 „Die Temperatur in einer Großstadt, wie Köln, hängt von mehreren Faktoren ab. Welche sind das?“ verbessert sich die VG II im Posttest 2 signifikant gegenüber dem Prätest.

F3: Statistik für Test^a für VG II

	Faktoren für Temperatur - Faktoren für Temperatur 2	Faktoren für Temperatur - Faktoren für Temperatur 3
Z	-1,000 ^b	-2,126 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,317	,033

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Die Effektgröße beträgt für $F3_{(VG II)}$: $r \approx -0,53$. Das heißt, der Zeitpunkt der Intervention hat für die VG II einen starken Effekt auf das richtige Beantworten dieser Frage.

Der U-Test zeigt hier keine signifikanten Unterschiede.

Bereich ‚Multiple-Choice Fragen‘

Die Daten sind für alle Vergleichsgruppen im Posttest 2 bei F4 – F7 nicht normalverteilt. Sie sind aber ordinalskaliert und können daher mit dem Mann-Whitney U-Test und dem Wilcoxon W-Test analysiert werden.

Keine der Analysetests zeigt für die Frage F4, die die Auswirkungen engerer Bebauung in Städten abfragt, signifikante Ergebnisse im Posttest 2.

Bei F5 „Bei vermehrtem Schadstoffausstoß in der Stadt kann es zu folgenden Situationen kommen: ...“ verbessert sich die VG II im Posttest 2 signifikant gegenüber dem Prätest.

F5: Statistik für Test^a für VG II

	Schadstoffausstoß in der Stadt - Schadstoffausstoß in der Stadt 2	Schadstoffausstoß in der Stadt - Schadstoffausstoß in der Stadt 3
Z	-3,051 ^b	-1,941 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,002	,052

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

c. Basiert auf negativen Rängen.

Der W-Test zeigt, dass die VG II diese Frage im Posttest 2 auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser beantwortet als im Prätest. Die Effektgröße beträgt $r \approx -0,49$, somit hat der

Zeitpunkt der Intervention für die Vergleichsgruppe einen mittleren (bis starken) Effekt auf das richtige Beantworten dieser Frage. Der U-Test zeigt in keinen der Analysen ein signifikantes Ergebnis, das heißt die Gruppen unterscheiden sich nicht (signifikant) in ihren Leistungen.

Der W-Test zeigt bei Frage F6 „Pflanzen in der Stadt bewirken: ...“, dass sich die VG I im Posttest 2 signifikant verbessert gegenüber dem Prätest.

F6: Statistik für Test^a für VG I

	Pflanzen in der Stadt - Pflanzen in der Stadt 2	Pflanzen in der Stadt - Pflanzen in der Stadt 3	Pflanzen in der Stadt 2 - Pflanzen in der Stadt 3
Z	-,816 ^b	-2,000 ^b	-1,000 ^b
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,414	,046	,317

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Die Intervention sowie der Zeitpunkt des Tests haben bei dieser Frage einen starken Effekt, $r \approx -0,56$, auf das richtige Beantworten derselben.

Bei Frage F7 „Welche Energiequellen sind besser für das Stadtklima?“ verbessert sich die VG I im Posttest 2 signifikant gegenüber dem Prätest. Die Effektgröße beträgt für F7(VG I): $r \approx -0,62$, somit hat die Intervention für die VG I einen starken Effekt auf das richtige Beantworten dieser Frage.

F7: Statistik für Test^a für VG I

	Energiequellen besser für Stadt - Energiequellen besser für Stadt 2	Energiequellen besser für Stadt - Energiequellen besser für Stadt 3	Energiequellen besser für Stadt 2 - Energiequellen besser für Stadt 3
Z	-1,633 ^b	-2,236 ^b	-1,000 ^b
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,102	,025	,317

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Der U-Test zeigt im Posttest 2 einen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen der VG I und der VG II. Hierbei hat die VG I die Frage auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser beantwortet als die VG II. Die Gruppenzugehörigkeit hat mit einer Effektgröße von $r \approx -0,37$ einen mittleren Effekt auf das richtige Beantworten der Frage.

F7: Statistik für Test^a für VG I und VG II

	Energiequellen besser für Stadt 3
Mann-Whitney-U	90,000
Wilcoxon-W	226,000
Z	-2,038
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,042
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,247 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Bereich ‚dichotome Fragen‘

Die Daten in diesem Bereich (DIC) sind nicht normalverteilt, sie sind nominal skaliert und können somit nicht mit dem t-Test, Wilcoxon W-Test oder Mann-Whitney U-Test analysiert werden. Es werden Chi²-Tests und Kreuztabellen zur Analyse angewendet.

Der Chi²-Test zeigt außer bei Frage F10 in keine der Analysen ein signifikantes Ergebnis. Das heißt, die Gruppen unterscheiden sich bei allen anderen Fragen in diesem Bereich nicht (signifikant) in ihren Leistungen. Bei diesen Fragen besteht also keine Abhängigkeit zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der korrekten Beantwortung der Frage.

F10: Chi-Quadrat-Tests für VG I und II

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	7,242 ^a	1	,007		
Kontinuitätskorrektur ^b	5,436	1	,020		
Likelihood-Quotient	7,551	1	,006		
Exakter Test nach Fisher				,012	,009
Zusammenhang linear-mit-linear	7,008	1	,008		
Anzahl der gültigen Fälle	31				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 7,26.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Bei F10 „Bei hohen Temperaturen können sich ‚Hitzeinseln‘ über und in der Stadt bilden. Diese können für die Stadtbewohner gesundheitsgefährdend sein.“ zeigt der Chi²-Test nach Pearson mit 0,007 (und nach Fischer 0,012) ein (hoch) signifikantes Ergebnis.

Dies bedeutet, dass es eine Abhängigkeit zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der korrekten Beantwortung dieser Frage besteht.

Bereich ‚offene Fragen 2‘

In diesem Bereich (OFF2) bekommen die Schüler*innen erneut offene Fragen gestellt. Hier zielen die Fragen auf Inhalte der Stationen ab, die sie bei dem fächerübergreifenden Modul im Schülerlabor (Intervention) kennengelernt haben. Diese Fragen sollen überprüfen, ob sie die Fragen den richtigen Inhalten des Moduls zuordnen können. Die Daten aus diesem Bereich werden in der Gesamtbetrachtung nicht so stark in den Vergleich gezogen, da sie im Prätest nicht erhoben werden.

Bis auf die Fragen F14 (gilt nur für die VG I), F16 (gilt nur für die VG I) und F18 sind alle Daten nicht normalverteilt, sie sind aber ordinal skaliert. Neben dem W- und U-Test, kann man für die Fragen F14, F16 und F18 den t-Test anwenden.

Fragen F13 bis F16 zeigen in den Analysen keine signifikanten Ergebnisse.

Bei F17 „Beschreibe, wie der CO₂-Gehalt in einer Stadt wie Köln die Temperatur beeinflussen kann.“ zeigt der U-Test, dass die VG I auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser ist als die VG II.

F17: Statistik für Test^a für VG I und VG II

	Einfluss von CO2 auf Temperatur 3
Mann-Whitney-U	28,000
Wilcoxon-W	164,000
Z	-2,288
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,022
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,027 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Die Effektgröße $r \approx -0,47$ zeigt, dass die Gruppenzugehörigkeit einen mittleren Effekt auf die Leistung bei dieser Aufgabe hat.

Bei F18 „a) Was sind die Vorteile, wenn man mehr erneuerbare Energien in Köln einsetzt?; b) Kennst du auch Nachteile der erneuerbaren Energien? Falls „ja“, welche?“ zeigt der W-Test für die VG II einen signifikanten Unterschied. Auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ ist die VG II bei dieser Frage im Posttest 2 besser als im Posttest 1.

F18: Statistik für Test^a für VG II

	Vor- und Nachteile erneuerbarer Energien 2 - Vor- und Nachteile erneuerbarer Energien 3
Z	-2,111 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,035

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Der Zeitpunkt der Intervention hat für die VG II mit $r \approx -0,53$ einen starken Effekt auf das richtige Beantworten dieser Frage.

Bereich ‚Benotung‘

In dem Bereich ‚Benotung‘ gibt es im Posttest 2 zwölf Fragen (B 1.2 bis 12.2) bzw. Aussagen und Aufgaben bei denen sich die Schüler*innen selber benoten bzw. mit Noten einschätzen. Es geht unter anderem darum, wie die Schüler*innen die Projektphase in der Schule generell finden, wie gut sie mit ihrem Wissen (aus den Experimentiertagen) und den Inhalten der Projektphase zurechtkommen, wie groß ihr Interesse nun am Thema ist, wie sie ihre Mitarbeit und ihren Erfolg in der Projektphase bewerten. Die meisten Daten sind nicht normalverteilt. Für drei Items wird ein t-Test gemacht, weil sie normalverteilt sind (siehe Kolmogorov-Smirnov-Verteilung). Dieser zeigt keine Unterschiede zwischen den Gruppen oder den Geschlechtern für diese drei Items. Die Daten sind intervallskaliert.

Der W-Test zeigt im Schnitt für die Gruppen zusammengenommen einen signifikanten Unterschied zwischen der Benotung B4.2 und B5.2. Wenn man die Gruppen einzeln betrachtet gibt es einen signifikanten Unterschied bei der VG I, aber nicht bei der VG II.

B4.2 und B5.2: Statistik für Test^a für VG I

	Lust nach dem S-Lab weiter an dem Thema Stadtklima zu arbeiten - Beurteilung der Projektphase
Z	-3,197 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,001

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Zwischen der Bewertung B4.2 „Wie viel Lust hattest du nach (...) weiter an dem Thema Stadtklima zu arbeiten?“ und B5.2 „Wie beurteilst du JETZT die Projektphase zum Stadtklima?“ gibt es bei der VG I einen signifikanten Unterschied. Es scheint so als hätten die Schüler*innen der VG I nach der Intervention durch das fächerübergreifende Modul im Schülerlabor Lust weiter am Thema Stadtklima zu arbeiten. Die VG I bewertet das Projekt nach ihrer zweiten Intervention, der Projektphase in der Schule, auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als nach der Laborphase.

Beim U-Test gibt es in einem Benotungspunkt B8.2 einen signifikanten Unterschied zwischen der VG I und der VG II. Die VG I bewertet die Ergebnisse ihrer Gruppenprojekte auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG II ihre Ergebnisse bewertet.

B8.2: Ränge für VG I und II

	Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Bewertung der Ergebnisse der Gruppe in der Projektphase	VG I	15	19,43	291,50
	VG II	16	12,78	204,50
	Gesamt	31		

B8.2: Statistik für Test^a für VG I und II

gene arbeit end der Aktphase	Bewertung der Ergebnisse der Gruppe in der Projekt	Gefallen a kreativer Arbeiter
101,000	68,500	86,5
237,000	204,500	222,5
-,773	-2,067	-1,4
,439	,039	,1
,470 ^b	,041 ^b	,18

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Die Gruppenzugehörigkeit hat mit $r \approx -0,37$ einen mittleren Effekt auf die Bewertung der eigenen Projektergebnisse.

Hier lässt sich vermuten, dass die Projektphase der VG I motivierender war, weil sie ein eigenes Projekt zu einem bestimmten Feld (des Stadtklimas) entwickeln durften.

6.4.2 Zusammenfassung der Ergebnisse (der Wissensfragen) im Posttest 2

Wie oben bereits erwähnt, hat die VG III keinen zweiten Posttest gemacht, so dass hier nur die Ergebnisse der VG I und der VG II erläutert werden.

SPSS errechnet bei einem ‚listenweisen Fallausschluss‘ (das bedeutet, dass hier nur die Schüler*innen analysiert werden, die alle drei Testate mitgeschrieben haben) folgende Werte:

VG I bzw. SG (n = 13) $\approx 90,92$

VG II bzw. VG (n = 16) $\approx 94,88$

$\sum (SG+VG) / 2 \approx 92,90$;

von 120 möglichen Punkten.

Bei der Analyse mit einem ‚listenweisen Fallschluss‘ (n = 29) verbessern sich beide Gruppen im Posttest 2 erneut. Die VG I im Schnitt um + 4,92 und die VG II um + 7,44 Punkte.

Zwischenfazit: Im Posttest 2 gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen, weder bei den Ergebnissen der Wissensteile noch im Bewertungsteil. Beide Vergleichsgruppen erzielten bessere Ergebnisse im Posttest 2 als im Prätest. Je nachdem, ob man mit einem ‚Fallausschuss Test für Test‘ oder mit einem ‚listenweisen Fallausschuss‘ analysiert, verbessern sie sich auch gegenüber dem Posttest 1. Es bleibt festzuhalten, dass die Schüler*innen im Posttest 2 weiterhin Schwierigkeiten mit dem Beantworten von offenen Fragen haben. Sie scheinen besonders viel über erneuerbare Energie und ihre Vorteile in der Projektphase in der Schule gelernt zu haben, weil es bei F18 zwischen dem Posttest 1 und 2 einen signifikanten Unterschied gibt. Wie oben bereits erwähnt scheint die Form/Methode des offenen Projektarbeitens sich motivierend auf die Schüler*innen auszuwirken. Hierfür spricht auch, dass die Schüler*innen der VG I ihre Ergebnisse besser bewerten, und dass die Produkte ihrer Projekte alle gut bis sehr gut waren (siehe Kapitel 6.5) und ihre Ergebnisse im Wissenstest teilweise (signifikant) besser sind als die Schüler*innen der VG II, obwohl diese im durchschnittlichen Gesamtergebnis besser sind. Hinter diesem Ergebnis steckt vielleicht unter anderem, dass sich das Wissen zum Thema ‚Stadtklima‘ bei den Schüler*innen der VG II durch Wiederholung und die häufigere Beschäftigung mit dem Thema im Unterricht besser festsetzen konnte, als bei der VG I, wo die Gruppen ihren Fokus in der Schule auf einen bestimmten Bereich des ‚Stadtklimas‘ legten.

Diskurs: Vermutung zum Ergebnis der Mittelwerte in diesem Test

Die Vermutung, die hier am ehesten Sinn macht ist, dass die Schüler*innen der VG I durch das offene Projektarbeiten in der Schule, die selbstgesteuerte Themenauswahl, die Fokussierung auf die Inhalte ihres eigenen Projektes und dessen Umsetzung, sich nicht mehr so sehr mit dem im Modul Gelernten auseinandergesetzt haben und sich somit das erlernte Wissen im Gehirn nicht so gut verknüpfen ließ bzw. festigte. Sie haben viel mehr nur ein Teilgebiet sehr vertieft behandelt und haben wahrscheinlich sehr vertieftes Wissen hierzu. Die VG II hat nicht so selbstgesteuert lernen dürfen und statt eines großen Projektes haben sie spezifische Themen in Partnerarbeit als Hausaufgabe zu kleinen Präsentationen aufbereitet, während sie Schulunterricht zum Thema Stadtklima erhalten haben. Im Unterricht wurden viele Themen aus dem fächerübergreifenden Modul erneut aufgegriffen und besprochen. Durch diese Wiederholung und das Erweitern der Themen konnte sich das Wissen vielleicht bei diesen Schüler*innen besser verfestigen und im Gehirn besser verknüpfen.

6.5 Zusammenfassung aller Ergebnisse der wissenschaftlichen Testate

6.5.1 Unterschiede zwischen den Gruppen

Insgesamt betrachtet gibt es zwischen den Gruppen statistisch gesehen keine signifikanten Unterschiede, außer bei einzelnen Fragen in den Testaten. Diese werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt.

Im Prätest ist die VG III bei den Fragen F7 („Welche Energiequellen wirken sich positiv auf das Stadtklima aus?“) und F11 („Häuser deren Wände oder Dächer mit Pflanzen bewachsen sind, wirken sich positiv auf das Klima der Stadt aus.“) auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG I und II. Sie ist außerdem auch bei F6 („Pflanzen in der Stadt bewirken: ...“) besser als die VG I. Bei der gleichen Frage erreicht die VG III im Posttest 1 die Höchstpunktzahl (10 von 10 Punkten) und auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG II. Im Posttest 2 haben alle Schüler*innen diese Frage richtig beantwortet. Die Schüler*innen der VG III haben diesen Test nicht gemacht, aber es ist aufgrund der vorherigen Ergebnisse davon auszugehen, dass sie wie zuvor alle diese Frage richtig beantwortet hätten.

Im Prätest gab es außerdem bei den Umfrage-Fragen noch einige Unterschiede zwischen den Gruppen (auch hier ist allerdings die VG III ausgenommen, da ihnen diese Fragen nicht gestellt wurden). Die VG II gibt auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ an im Differenzierungskurs „konzentrierter bei der Sache zu sein“ als die VG I und freut sich mit derselben Wahrscheinlichkeit mehr darüber, wenn sie „im Unterricht verschiedene Dinge machen können“.

Im Posttest 1 gibt es bei zwei Wissensfragen und bei mehreren Benotungspunkten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Die VG II beantwortet F4 („Eine enge Bebauung der Stadt führt: ...“) auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG I und die VG III. Bei F15 („Welche Sensoren finden wir möglicherweise bei einer Wetterstation in Köln vor? Was messen sie?“) sind die VG II und VG III besser als die VG I. Bei der Benotung im Posttest 1 benoten die VG I und VG II die Experimentiertage im Schülerlabor auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG III. Sie empfinden somit mehr Spaß an der Intervention durch das fächerübergreifende Modul zum Stadtklima. Die VG II hat sich außerdem wohler gefühlt im Schülerlabor (siehe B2.1) als die VG III. Des Weiteren haben sie

nach der Intervention mehr Interesse am Thema Stadtklima (siehe B6.1) und ihnen gefiel die Gruppenarbeit (siehe B10.1) im Schülerlabor besser als der VG III.

Im Posttest 1 beantworteten alle Schüler*innen F11 richtig, im Posttest 2 ist das ebenfalls so. Die schwächsten Leistungen erbringen die Schüler*innen im Schnitt bei F16 („Beschreibe wie der CO₂-Gehalt in einer Stadt wie Köln die Temperatur beeinflussen kann.“), was dafürspricht, dass sie das Prinzip des Treibhauseffekts nicht gut verstanden haben. Vor allem, da sie sich in Posttest 2 nur unwesentlich verbessern (im Mittel etwas mehr als einen halben Punkt, also 3-5%).

Bei U7, wo es darum ging Aussagen zum Gelernten, zur Atmosphäre, zu den Inhalten etc. im Schülerlabor zuzustimmen oder nicht, sind keine Unterschiede zwischen den Gruppen zu erkennen, sondern vielmehr deutliche Übereinstimmungen (siehe Abb. 47). Die meisten Schüler*innen der VG I und VG II (die VG III hat diese Frage nicht gestellt bekommen) fanden, dass sie nicht nur etwas für die Schule, sondern auch für das Leben gelernt haben. Sie fanden es gut, dass sie im Schülerlabor verschiedene Dinge machen konnten und es war spannend für sie.

Letztendlich sind im Posttest 2 nur noch zwei Wissensfragen und einen Benotungspunkt bei denen sich die Gruppen signifikant unterscheiden. Die Frage F2 („Warum herrscht in den meisten Großstädten ein anderes Klima als in ihrem Umland bzw. auf dem Land? (Beschreibe (Klima-)Elemente oder Prozesse, die hier eine Rolle spielen!)“) beantwortet die VG II auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG I. Umgekehrt ist es bei F17 („Wir wissen, dass viele Bäume und Grünflächen für eine Großstadt wie Köln gut sind. Weshalb ist das so? Wie nehmen sie Einfluss auf (Klima-)Elemente, wie Luftfeuchtigkeit, Temperatur, CO₂-Gehalt und weitere?“), hier ist die VG I besser als die VG II. Bei der Benotung bewertet die VG I ihre Gruppenprojekte auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG II, was dafürspricht, dass die Methode des offenen und kreativen Projektarbeitens sich anscheinend motivierend auf die Schüler*innen der VG I auswirkt. Sie scheinen mehr Spaß gehabt und dennoch ähnlich viel gelernt zu haben.

6.5.2 Unterschiede zwischen den Geschlechtern

Zwischen Mädchen und Jungen gibt es bei den Wissensfragen nur im Posttest 1 signifikante Unterschiede (die Mittelwerte wurden hier nicht betrachtet). Hierbei haben die Mädchen auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ die Frage F6 besser beantwortet als die Jungen.

Umgekehrt verhält es sich bei F7, hier sind die Jungen besser. Das Geschlecht hat hierbei mit $r \approx -0,31$ bzw. $r \approx -0,28$ einen schwachen bis mittleren Effekt auf das richtige Beantworten der Frage. Nach Berechnung des Bestimmtheitsmaßes sind etwa 7,84% bis 9,61% der Varianzen mit dem Geschlecht zu erklären. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Mädchen vermutlich ein etwas höheres Interesse oder Verständnis für biologische und ökologische Fragen haben, während die Jungen ein etwas höheres Interesse oder Verständnis für Energie(-quellen) und Technik haben.

Die Mädchen können sich auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ mehr für ein Schulthema begeistern, das sie in ihrer Freizeit sonst nicht interessieren würde, als die Jungen. Einen weiteren Unterschied gibt es bei der Benotung der Selbsteinschätzung. Die Jungen benoten auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ ihr Verständnis beim Experimentieren besser, sowie das Gefühl sich beim Arbeiten im Schülerlabor erfolgreich gefühlt zu haben. Die Effektgröße ist zwar mit $r \approx -0,27$ bzw. $r \approx -0,29$ recht klein und erklärt nur etwa 7,29% bis 8,41% der Varianzen (der Unterschiede), dennoch könnte man sich Gedanken darüber machen, was man tun kann, um Mädchen ein besseres Gefühl im Labor zu geben.

6.5.3 Betrachtung der Wissensfragen

Das untere Diagramm (Abb. 48) zeigt die Entwicklung der Mittelwerte bei den Wissensfragen F1-F18 von Test zu Test für alle Gruppen zusammengenommen. Zur besseren Visualisierung der Ergebnisse ist die Skalierung von 4 – 11 Punkten, wobei es keine Mittelwerte unter vier gibt und die höchst mögliche Punktzahl je Frage zehn Punkte beträgt.

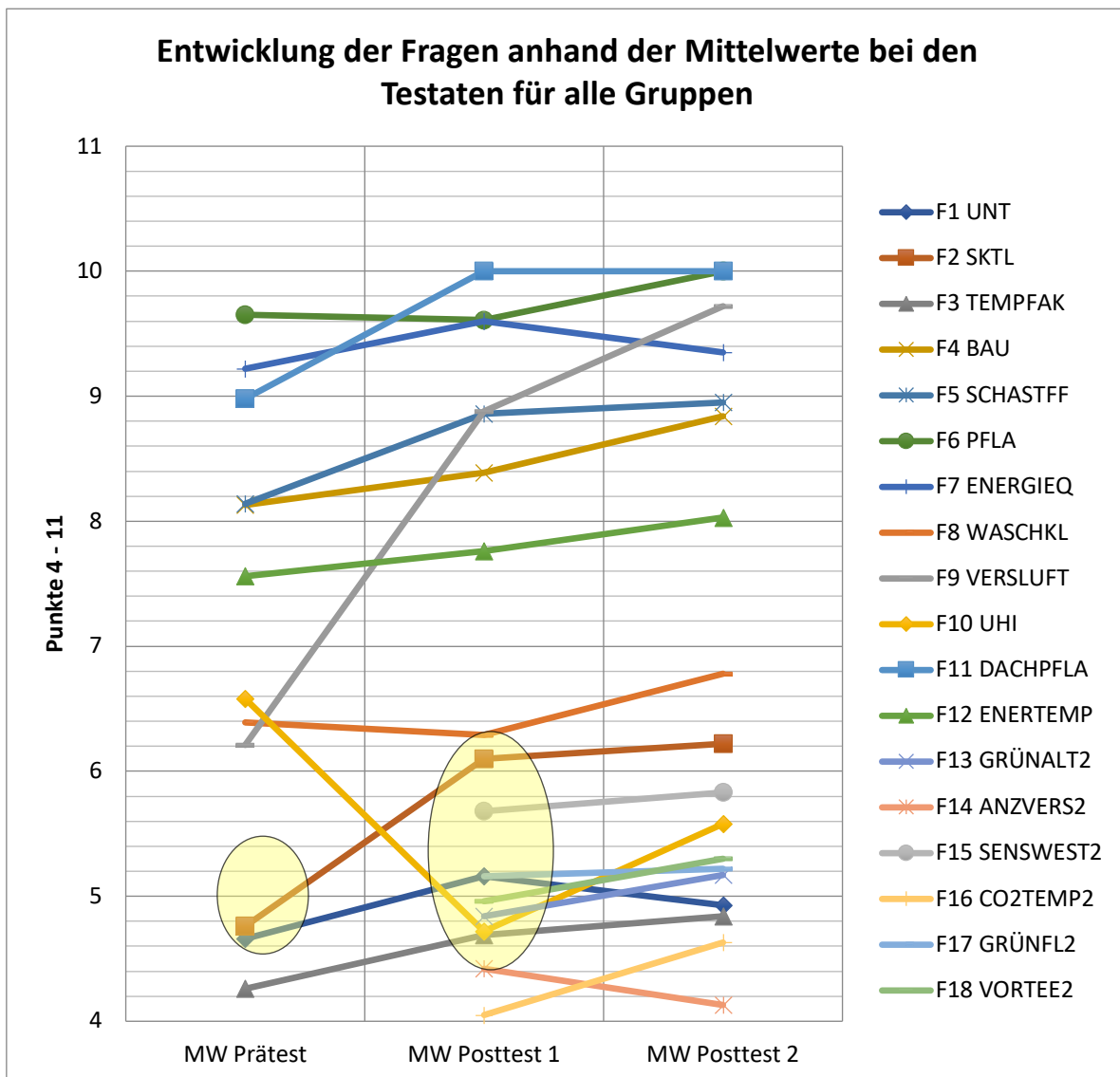


Abb. 48: Entwicklung der Fragen von Test zu Test. Die gelben Ovale zeigen die ersten Ergebnisse der OFF-Fragen. Eigenes Diagramm.

Bei den Fragen F1 und F7 steigern sich die Schüler*innen nach der Intervention im Schülerlabor und danach sinken ihre Ergebnisse wieder, aber nicht auf das Niveau des Prätests. Die Ergebnisse bei F6, F8 und F10 sinken nach der ersten Intervention und steigen nach der zweiten Intervention wieder an. F6 und F8 übersteigen hierbei das Niveau des Prätests, F10 aber nicht. Betrachtet man die Gruppen einzeln stellt man fest, dass bei F6 nur die Werte der VG II sinken und damit den Durchschnitt senken. Bei F8 verhält es sich ähnlich, wobei hier zusätzlich die Werte der VG I sinken. Bei F10 sinken bei allen Gruppen die Ergebnisse im Posttest 1. Die VG II steigert sich allerdings im Posttest 2 stark, während die Ergebnisse der VG I im Posttest 2 weiter absinken. So ist der Mittelwert bei dieser Frage im Posttest 2 niedriger als im Prätest.

Bei den Fragen F2, F3, F4, F9, F11 und F12 steigern sich die Schüler*innen von Test zu Test. Nur bei F11 bleiben die Ergebnisse nach der ersten Intervention gleich, da die Schüler*innen hier im Posttest 1 bereits die Höchstpunktzahl erreichen. Ausnahmen gibt es bei der Einzelbetrachtung der Gruppen für VG I bei F3 sowie F12 und für VG II und VG III bei F4. Die Fragen aus dem Bereich OFF2 werden den Schüler*innen ab dem Posttest 1 gestellt. Hier steigern sich die Schüler*innen zusammen genommen bei allen Fragen bis auf F14 im Posttest 2, was an der schlechteren Leistung der VG I liegt. Bei F15 und F16 sinken die Werte der VG II im Posttest 2 leicht ab.

Allgemein bleibt festzuhalten, dass die Schüler*innen zusammen genommen bei 2 von 18 Fragen (F10 und F14) nach allen Interventionen schlechtere Ergebnisse erzielen als im Prätest. Gründe hierfür liegen wahrscheinlich bei den Inhalten der Fragen: Auswirkungen von Hitzeinseln und Anzahl an versiegelten Flächen. Zwar wurden diese Inhalte im fächerübergreifenden Basismodul thematisiert, allerdings wurde nicht konkret auf die Auswirkungen von Hitzeinseln eingegangen, auch wurde nicht über die Auswirkungen von vielen versiegelten Flächen gesprochen.

Des Weiteren ist auffällig, dass offene Fragen (siehe gelbe Flächen im Diagramm) den Schüler*innen eher Schwierigkeiten zu bereiten scheinen als Multiple-Choice- oder dichotome Fragen.

6.5.4 Unterschiede von Test zu Test

Bei Betrachtung der Mittelwerte ist im unteren Diagramm (Abb. 49) zu erkennen, dass obwohl das Vorwissen von VG III insgesamt höher ist, die Unterschiede zwischen ihnen und den anderen beiden Gruppen von Test zu Test weniger werden. Die steilste Trendlinie (Lerntendenz) hat VG II, gefolgt von der VG I.

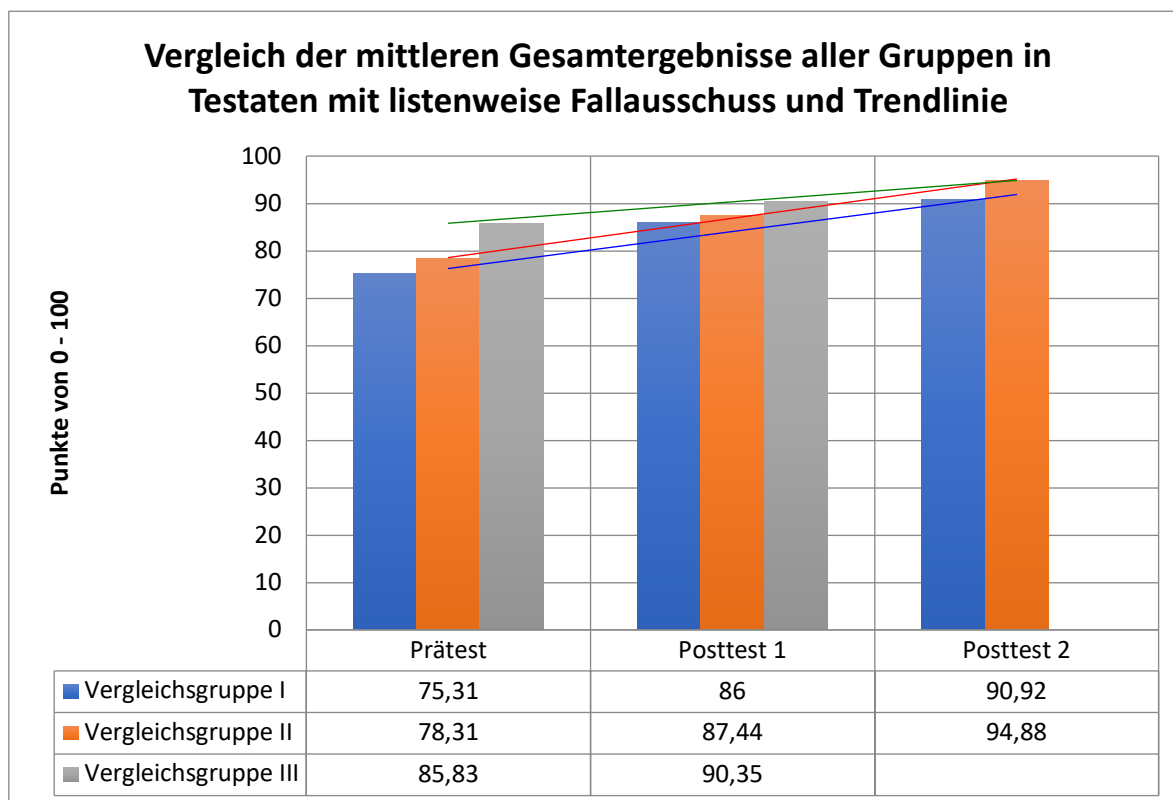


Abb. 49: Vergleich der mittleren Gesamtergebnisse in den Testaten. Eigenes Diagramm.

Es ist zu beobachten, dass das richtige Beantworten der Fragen sich von t_1 (Zeitpunkt des Prätests) über t_2 (Zeitpunkt des Posttests 1) hin zu t_3 (Zeitpunkt des Posttests 2) bei allen Gruppen verbessert und zunimmt. Das heißt, dass die Interventionen zwischen den Testzeitpunkten das Wissen der Schüler*innen zum Thema Stadtklima anscheinend steigern. Dies wird vor allem deutlich, wenn man die Gesamtpunktzahlen der jeweiligen Gruppe zu den unterschiedlichen Zeitpunkten mit einem W-Test und einem ‚listenweisen Fallausschuss‘ vergleicht.

Vergleich Gesamtpunktzahl (F1-12): Statistik für Test^a für VG I

	Gesamtpunktzahl im Prätest F1-12 - Gesamtpunktzahl im Posttest1 F1-12	Gesamtpunktzahl im Prätest F1-12 – Gesamtpunktzahl im Posttest2 F1-12	Gesamtpunktzahl im Posttest1 F1-12 – Gesamtpunktzahl im Posttest2 F1-12
Z	-2,041 ^b	-2,238 ^b	-1,514 ^b
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	,041	,025	,130

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Es gibt zwischen t_1 und t_2 einen signifikanten Unterschied, so wie zwischen t_1 und t_3 . Für die Intervention zwischen t_1 und t_2 ergibt sich für die VG I eine Effektgröße von $r \approx -0,57$ und ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 \approx 32,5\%$. Somit haben wir einen großen Effekt und 32,5 % der Unterschiede, in diesem Fall der besseren Ergebnisse, können durch die Intervention erklärt werden. Für die Interventionen zwischen t_1 und t_3 ergibt sich eine Effektgröße von $r \approx -0,62$ und ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 \approx 38,44\%$. Das heißt, hier können 38,44 % der Unterschiede (bessere Ergebnisse) durch die beiden Interventionen bzw. das ganze K.Ö.L.N.-Projekt erklärt werden und es hat einen großen Effekt auf den Lernzuwachs der Schüler*innen der VG I. Die Unterschiede zwischen t_2 und t_3 sind zwar nicht signifikant, dennoch beträgt $r \approx -0,42$ und zeigt somit, dass das offene Projektarbeiten noch einen mittleren Effekt auf die Ergebnisse der Schüler*innen im Posttest 2 hat und $R^2 \approx 17,64\%$ noch einige Unterschiede erklärt. Bei der Vergleichsgruppe II gibt es zwischen allen Testzeitpunkten einen signifikanten Unterschied.

Vergleich Gesamtpunktzahl (F1-12): Statistik für Test^a für VG II

	Gesamtpunktzahl im Prätest F1-12 - Gesamtpunktzahl im Posttest1 F1-12	Gesamtpunktzahl im Prätest F1-12 – Gesamtpunktzahl im Posttest2 F1-12	Gesamtpunktzahl im Posttest1 F1-12 – Gesamtpunktzahl im Posttest2 F1-12
Z	-2,957 ^b	-3,103 ^b	-1,960 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,003	,002	,050

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

So ergeben sich folgende Werte für r^c und R^{2c} zwischen:

t_1 und t_2 : $r \approx -0,74$ und $R^2 \approx 54,76\%$

t_1 und t_3 : $r \approx -0,78$ und $R^2 \approx 60,84\%$

t_2 und t_3 : $r \approx -0,49$ und $R^2 \approx 24,01\%$

Diese Zahlen zeigen, dass die Interventionen einen mittleren bis starken Effekt auf die VG II haben. Besonders stark ist hier die erste Intervention, das fächerübergreifende Modul im Schülerlabor. Außerdem lassen sich etwa 60 % der Unterschiede zwischen t_1 und t_3 , in dem Fall der besseren Ergebnisse im Posttest 2, mit den beiden Interventionen (Modul im Schülerlabor und Unterricht in der Schule) erklären.

Vergleich Gesamtpunktzahl (F1-12): Statistik für Test^a für VG III

	Gesamtpunktzahl im Prätest F1-12 - Gesamtpunktzahl im Posttest1 F1-12
Z	-1,248 ^b
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,212

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

Bei der Vergleichsgruppe III gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen t_1 und t_2 und einen Testzeitpunkt t_3 gab es für die Gruppe nicht. Diese Gruppe hatte allerdings laut Testatergebnissen das meiste Vorwissen und hat daher mutmaßlich bei der Intervention nicht mehr allzu viel dazu gelernt. Es ist nur aufgrund der Mittelwerte der Gesamtpunktzahl (F1-F12) und der schwachen Effektgröße von $r \approx -0,26$ zu erkennen, dass sie sich im Posttest 1 gegenüber dem Prätest verbessert haben. Die Intervention hat einen schwachen Effekt auf dieses Ergebnis und erklärt es mit $R^2 \approx 6,76\%$ nur wenig.

Da vorher nicht viel über die Schüler*innen sowie den Auswirkungen der Intervention und anderen Einflüssen bekannt ist und die Stichproben sehr klein sind, sind das größtenteils sehr gute Ergebnisse.

6.5.5 Ergebnisse der Itemanalysen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Itemanalyse in Hinblick auf Cronbach's Alpha, die Trennschärfe sowie die Itemschwierigkeit dargestellt.

Prätest

Zunächst werden die 12 Items des Prätests analysiert. Hierbei wird F6 „Pflanzen in der Stadt bewirken: ...“, vermutlich aufgrund eines (annähernden) Deckeneffekts, automatisch von SPSS weggelassen, so dass nur noch 11 Items bei der Analyse mit berechnet werden. Außerdem werden durch den ‚listenweisen Fallausschluss‘ nur 45 der 62 Schüler*innen berücksichtigt. Die anderen 17 haben in diesem Fall nicht alle 12 Fragen beantwortet und werden daher vom Programm nicht weiter berücksichtigt (siehe untere Tabelle). Für die Skala mit Fragen zum Stadtklima (zunächst: 11 Items, $n = 45$) ist die interne Konsistenz, Cronbach's Alpha $\alpha = 0,564$.

Dies ist nicht ideal, allerdings ausreichend und in Anbetracht dessen, dass es sich hier um den schulischen Bereich/ Anwendungskontext handelt, ist dieses Ergebnis akzeptabel und möglicherweise mittelmäßig oder gut.

Zusammenfassung der Fallverarbeitung

		N	%
Fälle	Gültig	45	72,6
	Ausgeschlossen ^a	17	27,4
	Gesamt	62	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.

Reliabilitätsstatistiken

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,564	,548	11

Aufgrund der schlechten Itemtrennschärfen von $r_{it} = -,057$ und $r_{it} = ,031$ bei SPSS werden die Fragen F11 und F7 bei einer weiteren Analyse ausgeschlossen.

Reliabilitätsstatistiken

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,609	,626	9

Hierbei ergibt sich bei neun Items ein Alpha von $\alpha = 0,609$, was ein besseres Ergebnis darstellt.

Nun bewegen sich die Itemtrennschärfen für dieses Testat zwischen $r_{it} = ,2$ und $r_{it} = ,535$.

Bei Betrachtung der Itemschwierigkeit aller 12 Items ergibt sich eine gute Mischung, demnach war eine Frage ‚sehr schwer‘, vier Fragen ‚schwer‘, vier Fragen ‚mittel(schwer)‘, zwei Fragen ‚einfach‘ und eine Frage nicht bewertbar (aber vermutlich zu einfach, da fast alle sie richtig haben). Werden die Fragen F6, F7 und F11 weggelassen, bleibt das Verhältnis noch gut, es fallen eine mittelschwere und eine einfache Frage weg.

Posttest 1

Bei Posttest 1 werden zunächst 18 Items analysiert, da hier sechs zusätzliche Fragen hinzukommen. Allerdings schließt SPSS Fragen F5, F6 und F11 vermutlich aufgrund eines ‚Deckeneffekts‘ bei der Analyse aus, so dass nur noch 15 Items übrig bleiben. Außerdem werden 36 von 62 Befragten per listenweiser Löschung ausgeschlossen, so dass $n = 26$. Hierbei liegen die Itemtrennschärfen zwischen $r_{it} = -,279$ und $r_{it} = ,470$.

Zusammenfassung der Fallverarbeitung

		N	%
Fälle	Gültig	26	41,9
	Ausgeschlossen ^a	36	58,1
	Gesamt	62	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.

Reliabilitätsstatistiken

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,432	,337	15

Auch hier werden immer weiter Items wegen ihrer Trennschärfe entfernt, bis nur noch neun Items übrigbleiben.

Zusammenfassung der Fallverarbeitung

		N	%
Fälle	Gültig	29	46,8
	Ausgeschlossen ^a	33	53,2
	Gesamt	62	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.

Reliabilitätsstatistiken

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,615	,600	9

Nach der Entfernung von F4, F5, F6, F8, F9, F10, F11, F12 sowie F15 ergibt sich für die übrigen neun Items ein Alpha von $\alpha = 0,615$ bei $n = 29$. Dieses Ergebnis ist akzeptabler als $\alpha = 0,432$ (15 Items) oder $\alpha = 0,482$ (12 Items). Die Itemtrennschärfen für dieses Testat bewegen sich nun zwischen $r_{it} = ,068$ und $r_{it} = ,483$. Sieben der verbleibenden Items gelten als ‚schwer‘, eins als ‚(mittel)schwer‘ und eins als ‚einfach‘. In diesem Testat ist nun eine Frage von ihrer Trennschärfe her immer noch als ‚schlecht‘ einzustufen, außerdem ist Verteilung der Itemschwierigkeiten nicht optimal.

Prä- und Posttest 1

Da die ersten 12 Fragen bei dem Prätest und Posttest 1 gleich sind, können diese auch zusammen betrachtet werden. Somit sich ergibt $n = 124$, allerdings fallen bei der Itemanalyse einige Schüler*innen durch den ‚listenweisen Fallausschluss‘ weg. Bei der ersten Analyse mit allen 12 Items werden so 31 Schüler*innen ausgeschlossen ($n = 93$). Außerdem fällt auch hier F6, vermutlich wegen eines Deckeneffekts, bei der Analyse weg.

Zusammenfassung der Fallverarbeitung

		N	%
Fälle	Gültig	93	75,0
	Ausgeschlossen ^a	31	25,0
	Gesamt	124	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.

Reliabilitätsstatistiken

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,445	,424	11

Hierbei liegen die Itemtrennschärfen zwischen $r_{it} = -,028$ und $r_{it} = ,329$. Daher werden im Weiteren Items mit einer schlechten Trennschärfe weggelassen. Hierbei sind vier der Items

‚schwer‘, drei ‚(mittel)schwer‘ und vier ‚einfach‘. Somit sind die Itemschwierigkeiten gut verteilt. Cronbach’s Alpha beträgt $\alpha = 0,445$.

Zusammenfassung der Fallverarbeitung

		N	%
Fälle	Gültig	93	75,0
	Ausgeschlossen ^a	31	25,0
	Gesamt	124	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.

Reliabilitätsstatistiken

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,477	,503	9

Werden nun zusätzlich F7 und F11 weggelassen, steigt Cronbach’s Alpha auf $\alpha = 0,477$, außerdem beträgt Cronbach’s Alpha für standardisierte Items $\alpha = 0,503$. Auch die Itemtrennschärfen sind nun besser und liegen zwischen $r_{it} = ,115$ und $r_{it} = ,350$. Obwohl hier zwei ‚einfache‘ Fragen wegfallen, ist die Itemschwierigkeit immer noch gut verteilt.

Entfernt man ein weiteres Item, F10, steigt die Zahl der analysierten Schüler*innen auf $n = 96$. Außerdem steigen Cronbach’s Alpha auf $\alpha = 0,498$ und Cronbach’s Alpha für standardisierte Items auf $\alpha = 0,522$. Beide Analysen haben somit eine akzeptable Reliabilität.

Zusammenfassung der Fallverarbeitung

		N	%
Fälle	Gültig	96	77,4
	Ausgeschlossen ^a	28	22,6
	Gesamt	124	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.

Reliabilitätsstatistiken

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,498	,522	8

Die Itemtrennschärfen verbessern sich ein wenig und liegen zwischen $r_{it} = ,142$ und $r_{it} = ,354$. Die Verteilung der Itemschwierigkeit ist noch immer gut.

Diskussion der Ergebnisse

Die Frage F6 wird bei allen Analysen automatisch von SPSS nicht mitberechnet. Da fast alle Schüler*innen sie bereits im Prätest richtig beantworten können, ist die Frage zu einfach bzw. fragt nicht genug Wissen ab. Die Schüler*innen haben vermutlich weitergehendes Wissen zu den abgefragten Inhalten dieser Frage, es kommt zum Deckeneffekt. Die Analysen zeigen zudem, dass einige Items nicht messgenau sind. Das heißt, dass sie möglicherweise Missverständnisse aufwerfen. Dies betrifft vor allem die Fragen F7 und F11, denn sie weisen häufig eine geringe Trennschärfe auf. Dies kann daran liegen, dass sie zu ‚einfach‘ sind, da die Itemschwierigkeit bei F11 über 88% (hier kommt es ab Posttest 1 ebenfalls zum Deckeneffekt) und bei F7 sogar über 95% liegt. Alle Analysen erreichen nach Ausschluss einiger Items bei etwa acht oder neun Items eine Reliabilität, die mit $\alpha \geq 0,5$ zwar niedrig ist, aber in Anbetracht des Untersuchungsfelds und der Stichprobengröße akzeptabel. Weitere Gründe für niedrige Reliabilität können in der Verwendung drei unterschiedlicher Frageformate (sowie ihren Itemschwierigkeitsgrenzen) liegen. Während die ‚Multiple-Choice-Fragen‘ anscheinend zu leicht sind, sind die ‚offenen‘ und ‚dichotomen‘ Fragen oft schwerer als die ideale Schwierigkeitsgrenze, die man für diese Frageformate vorschlägt (<http://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/>, letzter Zugriff: 31.10.18). Vermutlich spielt auch das Nicht-Einhalten einiger Richtlinien zur Formulierung von Items ebenfalls eine Rolle, zum Beispiel:

- könnten manche Items zu lang oder nicht prägnant genug sein,
- die offenen Fragen zu Beginn der Testate sind nicht unbedingt Aufwärmfragen, um das Thema einzuleiten,
- es gibt mindesten eine Frage, die alle Schüler*innen richtig beantwortet haben

(Steiner & Benesch, 2015).

Generell ist es schwierig für die Untersuchungsbereiche Schülerexperimente, Projektarbeiten, Lernzuwachs durch Experimentieren etc. Belege über ähnliche Interventionen mit kleinen Untersuchungsgruppen und ihrer Reliabilität in der Literatur zu finden.

In ihrem Artikel „Übereinstimmung, Variabilität und Reliabilität von Schülerurteilen zur Unterrichtsqualität auf Schulebene. Ergebnisse aus 81 Ländern“ stellen Wenger, Lüdtke &

Brunner (2018) fest, dass selbst bei PISA die Reliabilität der angewendeten Items häufig nicht den in der Literatur erwünschten entsprechen. So heißt es, „Legt man an die empirisch ermittelten Reliabilitäten für die Schulmittelwerte zur Unterrichtsqualität den häufig verwendeten Maßstab von $ICC(2) \geq 0,70$ an, dann zeigte sich, dass die Reliabilität der meisten Unterrichtsmerkmale in der Mehrzahl der Länder nicht in einem akzeptablen Bereich lag.“ (Wenger, Lüdtke & Brunner, 2018). Teilweise liegen die Reliabilitäten im Bereich von $\alpha \approx 0,5$. Hier wird ebenfalls damit argumentiert, dass die üblichen Stichproben der PISA-Untersuchungen mit $n = 35$ sehr klein sind. Der Anwendungskontext sollte bei der Reliabilitätsanalyse und der Bestimmung von akzeptablen (Grenz-)Werten stets im Blick behalten werden (LeBrenton & Senter, 2008). Bei den Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit sind die Stichproben sehr klein, die Probanden sind die Schüler*innen zwischen 12 und 14 Jahren, die eventuell noch (Verständnis-)Probleme mit unterschiedlichen Frageformate haben könnten.

6.6 Ergebnisse der Maps

Die Vergleichsgruppen erstellen am Ende ihrer Teilnahme am Projekt zusammen mit ihrem letzten Testat eine Map (Mind Map oder Concept Map). Für die VG I und II findet dies zum Testzeitpunkt t_3 statt und für die VG III zum Testzeitpunkt t_2 . Wie in Kapitel 5.2 beschrieben, sollen die Schüler*innen ihr (Zusammenhangs-)Wissen zum Thema ‚Stadtklima‘ in einer Concept Map visualisieren. Um die Concept Maps zu analysieren wurde ein Auswertungsschlüssel (siehe Abb. 43 und Anhang) entwickelt. Mit diesem werden die Maps je Kategorie (‚Anzahl‘ bzw. ‚Nummer‘, ‚Relationen und Prozesse‘, ‚Struktur‘ und ‚Inhalt‘) analysiert und eingestuft. Die, durch den Auswertungsschlüssel, quantifizierten Daten werden mit dem Mann-Whitney U-Test in SPSS analysiert. Durch Venn-Diagramme werden Unterschiede zwischen komplexen und weniger komplexen Maps visualisiert. Insgesamt werden $N = 54$ bewertbare Concept Maps von der Projektleiterin und Interratern aus dem Seminar für Geographie und ihre Didaktik analysiert. Eine Auflistung aller Schüler*innen, die eine Concept Map erstellt haben, befindet sich im Anhang. In der Tabelle sind die durchschnittlichen Punktzahlen pro Kategorie, die Gesamtpunktzahlen und diese umgerechnet in Prozentzahlen für die jeweiligen Schüler*innen angegeben.

Kein*e Schüler*in hat eine schlechtere Bewertung als 8 von 16 Punkten bzw. 50 %. Schaut man in den Auswertungsschlüssel und dessen Beschreibung (siehe Kapitel 5.2) ist eine

Bewertung unter 50 % wahrscheinlich gleichbedeutend mit dem Auslassen einiger vorgegebener Begriffe sowie Prozessverbindungen, des Weiteren das nicht Herstellen von Relationen sowie einer Struktur und wenig sinnvollem Inhalt. Zusammengefasst sähe eine Concept Map mit einer Bewertung von unter 50 %, eher wie einzelne Begriffe mit wenigen oder keinen Verbindungen untereinander und wenig Aussagekraft aus. Zugleich ist eine Bewertung von 100 % nur innerhalb der vorgegebenen Aufgabe und des Projektrahmens zu betrachten. Sie bedeutet nicht, dass ein*e Schüler*in alle Begriffe, Prozesse sowie Zusammenhänge zum Stadtklima (einer bestimmten Stadt) kennt.

6.6.1 Analyse und gruppen- sowie geschlechtsspezifische Vergleiche

Zunächst werden die Daten auf die Normalverteilung getestet. Die Daten sind nicht normalverteilt und müssen somit mit nicht-parametrischen Tests untersucht werden (siehe Tabelle im Anhang).

Es wird geprüft, ob ein geschlechtsspezifischer Unterschied bei den Concept Maps vorhanden ist. Die Analysen auf geschlechtsspezifische Unterschiede ergeben, dass es bei allen Gruppen zusammen genommen keinen signifikanten Unterschied gibt. Die Effektgrößen in den verschiedenen Analysen liegen hier zwischen $r \approx -0,01$ und $r \approx -0,12$. Demzufolge hat das Geschlecht gar keinen bzw. kaum einen Effekt auf die Leistung und den Vernetzungsgrad bei den Concept Maps.

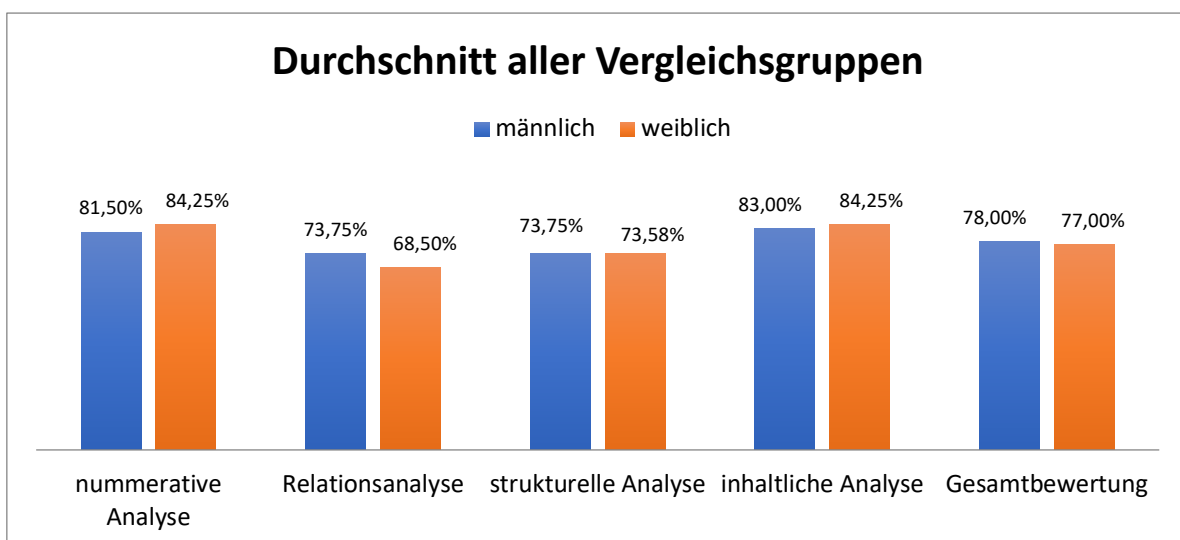


Abb. 50: Vergleich zwischen Jungen und Mädchen anhand der Durchschnittsergebnisse in den Maps. Eigenes Diagramm.

Bei Betrachtung der Mittelwerte der Kategorie ‚Anzahl‘ sind die Mädchen etwas besser als die Jungen, während diese bei der Kategorie ‚Relationen und Prozesse‘ etwas besser sind. Bei der Betrachtung der Vergleichsgruppen im Einzelnen trifft dies jedoch nicht zu.

Bei der Vergleichsgruppe I sind die Mädchen im Mittel in allen Kategorien (auch bei den Relationen) besser, allerdings nicht signifikant.

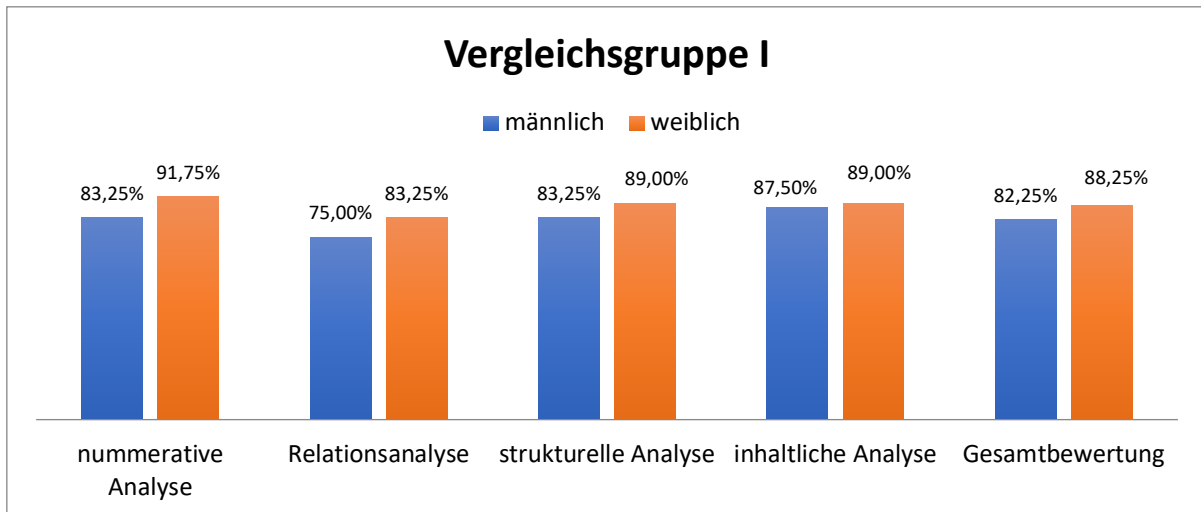


Abb. 51: Vergleich zwischen Jungen und Mädchen der Vergleichsgruppe I anhand der Durchschnittsergebnisse in den Maps. Eigenes Diagramm.

Auch bei der VG III sind die Mädchen in allen Kategorien durchschnittlich besser als die Jungen, bis auf bei den ‚Relationen und Prozessen‘.

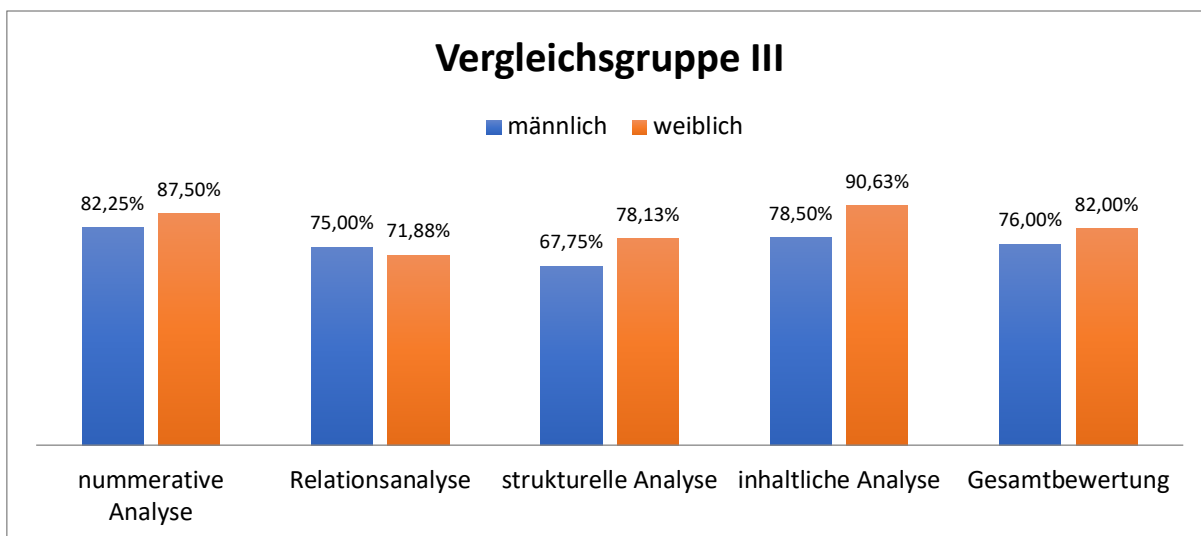


Abb. 52: Vergleich zwischen Jungen und Mädchen der Vergleichsgruppe III anhand der Durchschnittsergebnisse in den Maps. Eigenes Diagramm.

Die VG II bildet die Ausnahme. In dieser Gruppe gibt es bei der Gesamtpunktzahl, bei der Relations- und bei der Strukturanalyse einen signifikanten Unterschied zwischen den Mädchen und Jungen.

Concept Maps: Statistik für Test^a für VG II

	Nummerische Analyse	Relations-analyse	Strukturelle Analyse	Inhaltliche Analyse	Gesamtpunktzahl
Mann-Whitney-U	27,500	15,000	10,000	20,000	7,000
Wilcoxon-W	82,500	70,000	65,000	75,000	62,000
Z	-,295	-2,390	-2,272	-1,207	-2,544
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,768	,017	,023	,227	,011
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,792 ^b	,118 ^b	,031 ^b	,313 ^b	,011 ^b

- a. Gruppenvariable: Geschlecht
- b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Die Jungen sind auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ in diesen Kategorien besser als die Mädchen. Die Mittelwerte zeigen sogar, dass sie in allen Kategorien besser sind als die Mädchen.

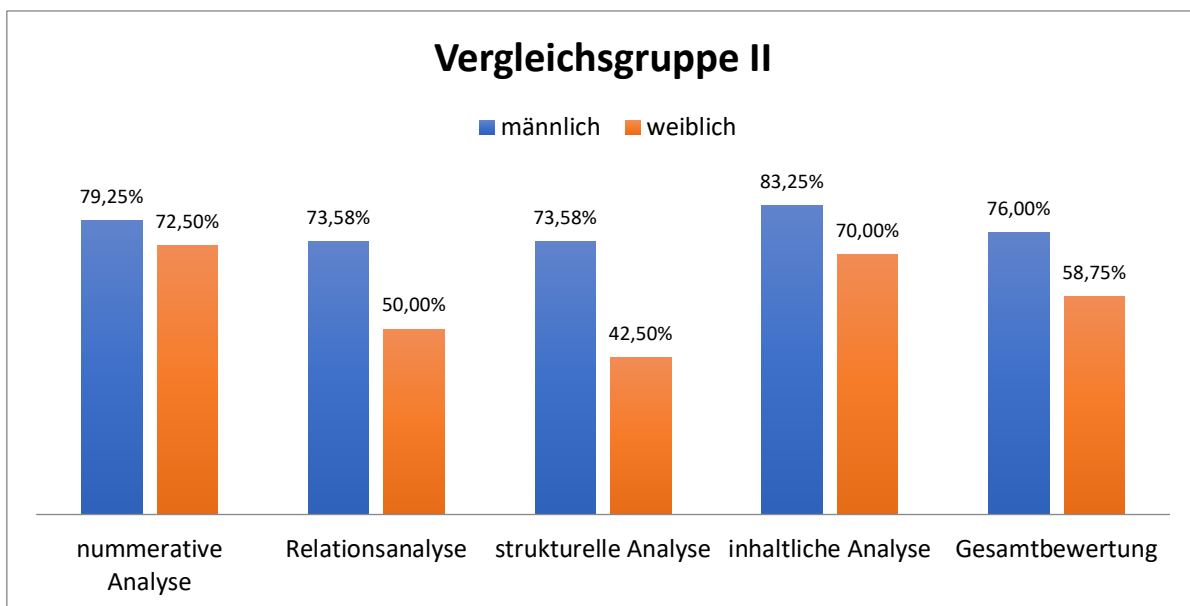


Abb. 53: Vergleich zwischen Jungen und Mädchen der Vergleichsgruppe II anhand der Durchschnittsergebnisse in den Maps. Eigenes Diagramm.

Da es keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Geschlechtern gibt, wenn man alle Gruppen zusammenfasst, ist dies etwas ungewöhnlich. Daher werden die Ergebnisse der VG II in den Testaten nochmal einzeln mit Hilfe eines geschlechtsspezifischen Vergleichs innerhalb der Gruppe mit dem U-Test betrachtet. Es zeigt sich, dass die Jungen in der VG II im Mittel bei einer Mehrzahl der Fragen (F1 – F18) in allen Testaten besser waren (siehe Abb. 54). Die Unterschiede sind an einigen Stellen/ bei einigen Fragen auch signifikant.

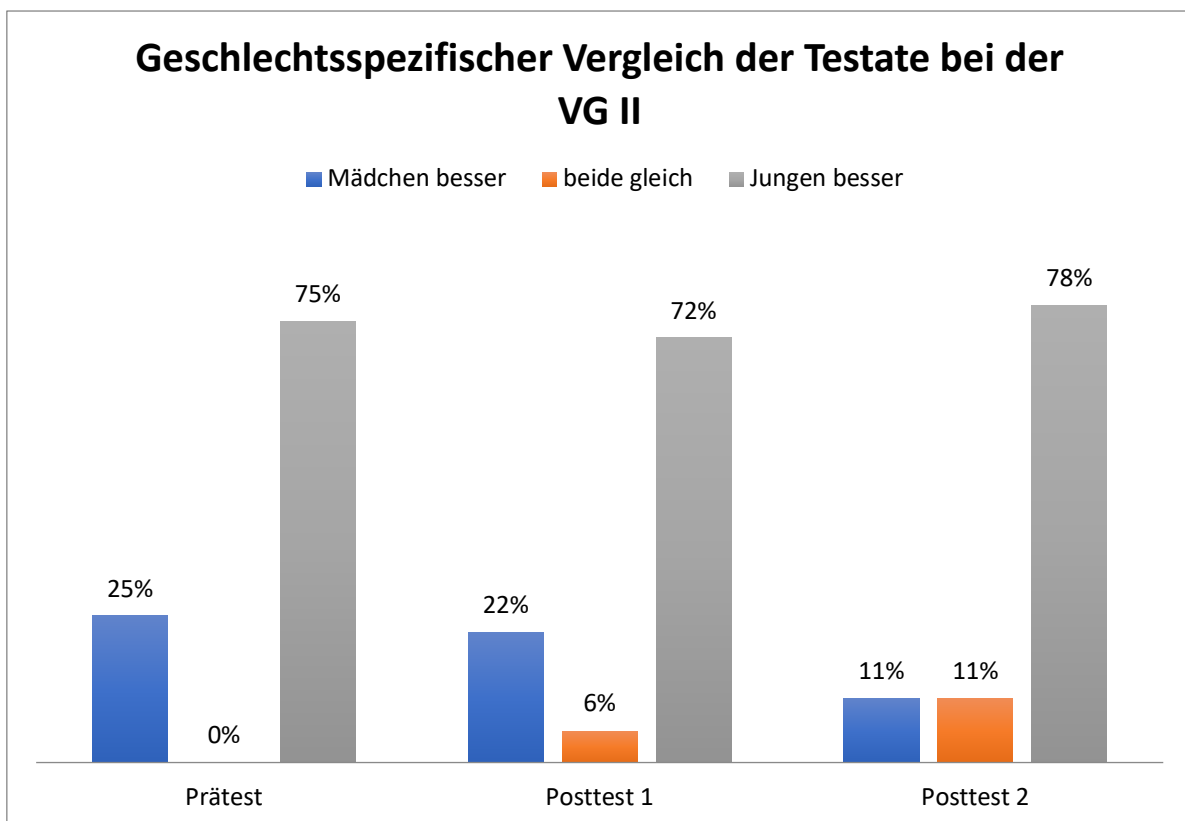


Abb. 54: Daten umgewandelt und übertragen aus SPSS. Vergleich der Mädchen und Jungen der VG II. Eigenes Diagramm.

Vor allem im Posttest 2, der zusammen mit der Erstellung der Concept Maps gemacht wird, beantworten die Jungen auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ bei 5 der 18 Fragen besser als die Mädchen. Sie sind im Posttest 2 bei 78 % (ca. 14 von 18) der Fragen durchschnittlich besser als die Mädchen.

Im Folgenden werden die Vergleichsgruppen nach Kategorien und Gesamtpunktzahl jeweils untereinander verglichen.

1) Vergleich zwischen der VG I und der VG II

Concept Maps: Statistik für Test^a für VG I und II

	Num- erische Analyse	Relations- bzw. Prozess- analyse	Struktu- relle Analyse	Inhalt- liche Analyse	Gesamt- punkt-zahl in absoluten Zahlen	Durch- schnitt- liche Punkt- zahl pro Kategorie	Gesamt- bewer- tung in Prozent
Mann- Whitney-U	81,000	55,000	33,500	75,500	27,500	27,500	27,500
Wilcoxon-W	217,000	191,000	169,500	211,500	163,500	163,500	163,500
Z	-1,688	-2,860	-3,564	-1,960	-3,694	-3,694	-3,694
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,091	,004	,000	,050	,000	,000	,000
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,129 ^b	,009 ^b	,000 ^b	,078 ^b	,000 ^b	,000 ^b	,000 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Außer bei der numerischen Analyse gibt es überall einen signifikanten Unterschied zwischen der VG I und der VG II. Ein*e Schüler*in der VG I erstellt auf dem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ ein komplexeres, besser strukturierte Map mit mehr Relationen und sinnvollen Verknüpfungen als ein*e Schüler*in der VG II und das, obwohl beide Schüler*innen die gleichen Begriffe und eine ähnliche oder etwa gleiche Anzahl von Begriffen verwenden.

Die Schüler*innen der VG II stellen weniger Relationen und weniger komplexe Prozesse zwischen den Begriffen her als die Schüler*innen der VG I. Sie erstellen ebenfalls weniger komplexe Strukturen beziehungsweise Netzwerke. Die getroffenen Verbindungen zwischen den verwendeten Begriffen in den Concept Maps der Schüler*innen der VG II sind inhaltlich nicht so sinnvoll wie die der VG I. Diese Unterschiede zeigen sich auch in der Gesamtbewertung der Concept Maps, bei der die Schüler*innen der VG II auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ eine niedrigere Punktzahl als die Schüler*innen der VG I erreichen.

Die Effektgrößen liegen zwischen $r \approx -0,30$ (numerische Analyse) und $r \approx -0,66$ (Gesamtpunktzahl in Zahlen und Prozenten). Das heißt, die Gruppenzugehörigkeit hat auf die numerische und inhaltliche Analyse einen mittleren Effekt und auf die anderen Analysen einen starken Effekt. Außerdem hat sie einen starken Effekt auf die Gesamtbewertung. Das Bestimmtheitsmaß liegt für die numerische und inhaltliche Analyse bei $R^2 \approx 9\%$ und $12,25\%$ und bei der Gesamtpunktzahl bei $43,56\%$. Somit können etwa 44% der Unterschiede in diesem Vergleich durch die Gruppenzugehörigkeit und deren jeweilige zweite Intervention erklärt werden.

2) Vergleich zwischen der VG I und der VG III

Concept Maps: Statistik für Test^a für VG I und III

	Numerische Analyse	Relations- bzw. Prozessanalyse	Strukturelle Analyse	Inhaltliche Analyse	Gesamtpunktzahl in absoluten Zahlen	Durchschnittliche Punktzahl pro Kategorie	Gesamtbewertung in Prozent
Mann-Whitney-U	158,500	140,500	119,500	170,000	115,000	115,000	115,000
Wilcoxon-W	434,500	416,500	395,500	290,000	391,000	391,000	391,000
Z	-,473	-1,015	-1,706	-,085	-1,744	-1,744	-1,744
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,636	,310	,088	,932	,081	,081	,081
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,680 ^b	,344 ^b	,114 ^b	,953 ^b	,089 ^b	,089 ^b	,089 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Zwischen der VG I und der VG III gibt es keinen signifikanten Unterschied bei den Concept Maps. Die Effektgrößen bewegen sich zwischen $r \approx -0,01$ und $-0,28$ und somit hat die Gruppenzugehörigkeit, wenn überhaupt, nur einen schwachen oder gar keinen Effekt auf das Gelingen einer komplexeren Map.

3) Vergleich zwischen der VG II und der VG III

Concept Maps: Statistik für Test* für VG II und III

	Num- erische Analyse	Relations- bzw. Prozess- analyse	Struktur- elle Analyse	Inhalt-liche Analyse	Gesamt- punktzahl in absolut- en Zahlen	Durch- schnitt- liche Punkt- zahl pro Kategorie	Gesamt- bewer-tung in Prozent
Mann- Whitney-U	138,000	110,000	94,500	121,000	72,500	72,500	72,500
Wilcoxon-W	274,000	246,000	230,500	257,000	208,500	208,500	208,500
Z	-1,438	-2,362	-2,672	-1,959	-3,213	-3,213	-3,213
Asympto- tische Signifikanz (2- seitig)	,150	,018	,008	,050	,001	,001	,001
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	,196 ^b	,035 ^b	,009 ^b	,074 ^b	,001 ^b	,001 ^b	,001 ^b

a. Gruppenvariable: Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

Das Ergebnis bei diesem Vergleich ist dem Ergebnis des Vergleichs zwischen VG I und II ähnlich. Hier gibt es ebenfalls überall signifikante Unterschiede, außer bei der numerischen Analyse. Die VG II verwenden bei der Erstellung einer Concept Map eine ähnliche oder etwa gleiche Anzahl an Begriffen wie die VG III. Die Schüler*innen der VG II stellen aber weniger Relationen und weniger komplexe Prozesse zwischen den Begriffen her, welche eine weniger komplexe Struktur ergibt. Auch stellen sie in ihren Concept Maps inhaltlich nicht so viele sinnvolle Verbindungen zwischen den Begriffen her, wie die Schüler*innen der VG III. Diese Unterschiede zeigen sich auch in der Gesamtbewertung der Maps, wo die Schüler*innen der VG II auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ eine niedrigere Punktzahl als die Schüler*innen der VG III erreichen.

Die Effektgrößen liegen zwischen $r \approx -0,23$ (numerische Analyse) und $-0,51$ (u.a. Gesamtpunktzahl). Das heißt, die Gruppenzugehörigkeit hat einen schwachen Effekt auf die numerische Analyse und einen mittleren bis starken alle anderen Analysen sowie der Gesamtpunktzahl bei diesem Vergleich zwischen der VG II und VG III.

6.6.2 Maps von Schüler*innen – Beispiele und deren Beschreibung

Es folgen einige Beispiele der Maps der Schüler*innen der verschiedenen Gruppen. Sie sind entweder sehr gut oder weniger gut und werden jeweils erläutert.

Diese Schülerin (SGw10) aus der VG I hat alle vorgegebenen Begriffe bei der Erstellung ihrer Map verwendet. Die Map enthält zwei Kreisschlüsse, außerdem verwendet die Schülerin beschriftete Pfeile und einige Verzweigungen. Zu den zentralen Begriffen gehören Kohlenstoffdioxid, Grünflächen, Temperatur und Versiegelung. Es werden viele sinnvolle Verbindungen erstellt, zum Beispiel:

- Es gibt weniger CO₂ durch erneuerbare Energie.
- CO₂ ist ein Schadstoff.
- Grünflächen reinigen die Luft und sie brauchen Niederschlag.
- Niederschlag fließt (versickert) wegen Versiegelung nicht ab.
- Versiegelung erhitzt sich durch Strahlung und es bilden sich Hitzeinseln.
- Die Temperatur „wird wärmer“ (im Sinne von erhöht sich) durch Strahlung.

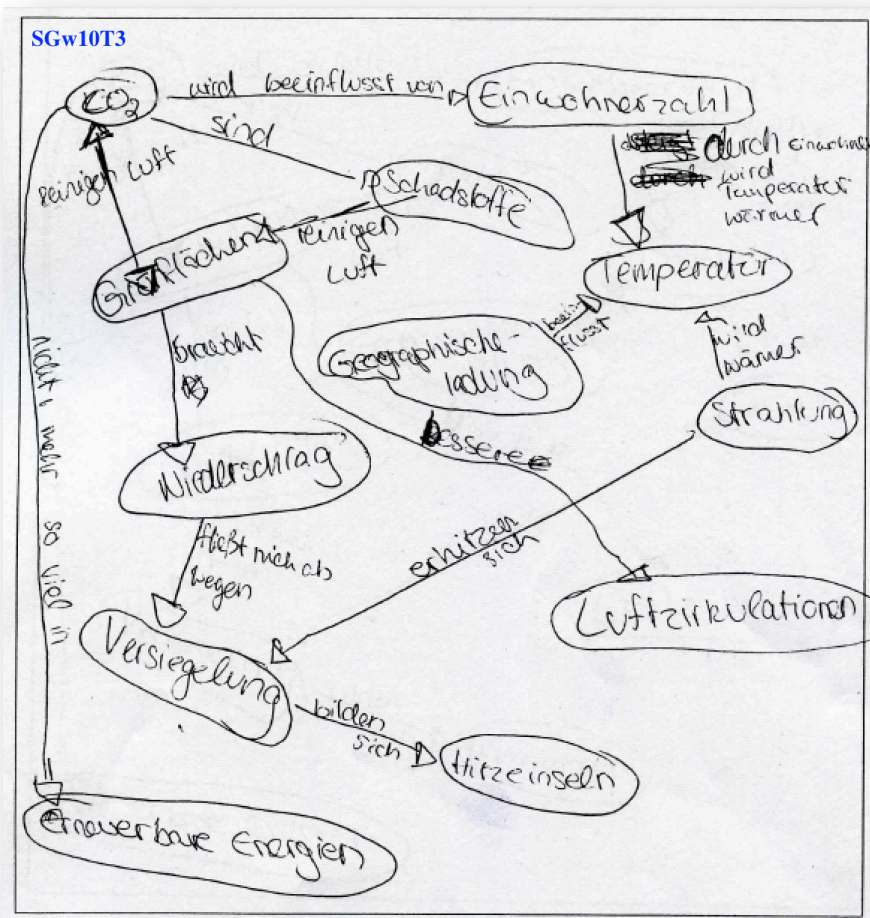


Abb. 55: Beispiel einer komplexen Map von einer Schülerin der Vergleichsgruppe I.

An einigen Stellen hat sich die Schülerin verschrieben oder der Pfeil zeigt in die verkehrte Richtung, so dass die Aussage nicht ganz sinnvoll ist. Insgesamt ist dies dennoch eine sehr gute Map. Es wird gut sichtbar, dass die Schülerin einiges zum Thema ‚Stadtklima‘ gelernt hat und einige Prozesse miteinander in Beziehung setzen kann. Die Schülerin erreicht in allen Kategorien die vierte, und somit höchste, Stufe, also 100 % für die Erstellung ihrer Map.

Der Schüler (SGm16), der diese Map erstellt hat, war ebenfalls in der VG I, aber er war weniger erfolgreich. Er hat nur acht der vorgegebenen Begriffe verwendet. Er verwendet einfache Striche und es sind Verzweigungen vorhanden, aber keine Kreisschlüsse.

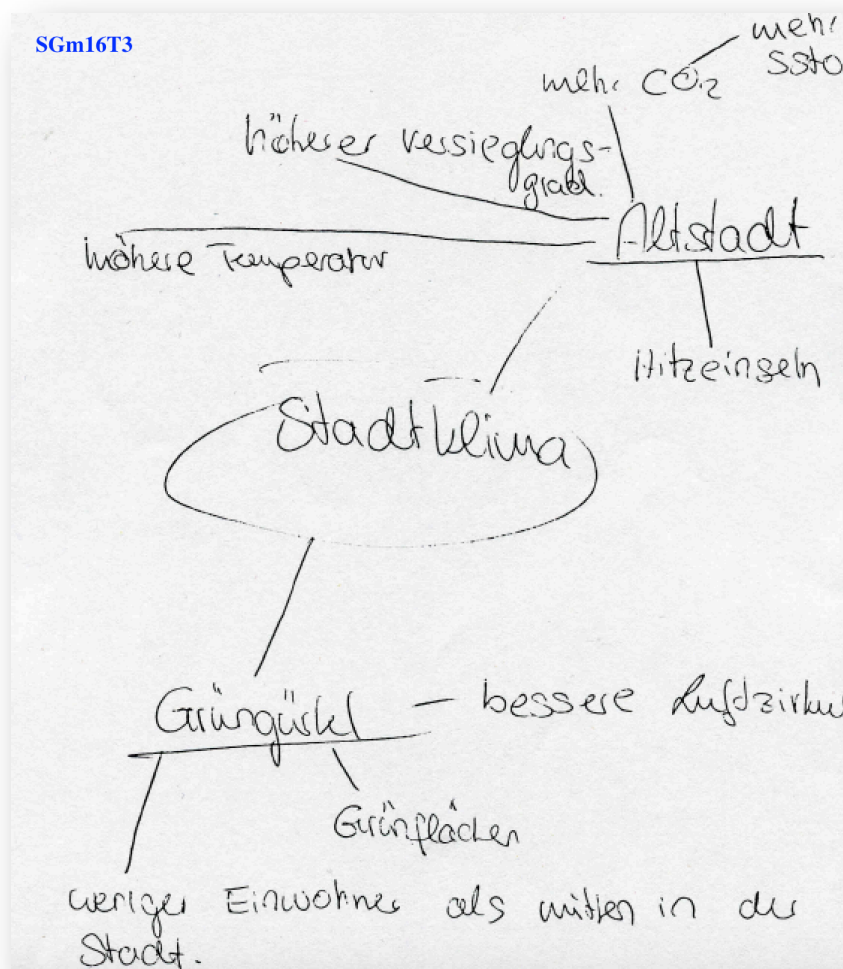


Abb. 56: Beispiel einer Map von eines Schülers der Vergleichsgruppe I.

Interessant ist, dass er ‚Stadtklima‘ als zentralen Begriff verwendet und dann eine Gegenüberstellung der Altstadt mit dem Grüngürtel vornimmt. Demnach sind im/am Grüngürtel weniger Einwohner als in der Stadt, (mehr) Grünflächen und es herrscht eine

bessere Luftzirkulation. In der Altstadt hingegen gibt es einen höheren Versiegelungsgrad, höhere Temperaturen, Hitzeinseln und mehr CO₂ und somit mehr Schadstoffe. Diese Gegenüberstellung gibt die Inhalte und das Gelernte der Station ‚Kölner Stadtmodell‘ richtig wieder. Allerdings zeigt der Schüler nicht, ob er bestimmte Begriffe durch Prozesse miteinander verknüpfen kann, vielmehr schreibt er den genannten Orten Fakten und Eigenschaften zu. Eine weitergehende Vernetzung des Wissens ist nicht visualisiert. Er erreicht daher in den Kategorien ‚Relationen‘ und ‚Struktur‘ nur die zweite Stufe, was zur Folge hat, dass sein Gesamtergebnis 62,5 % beträgt.

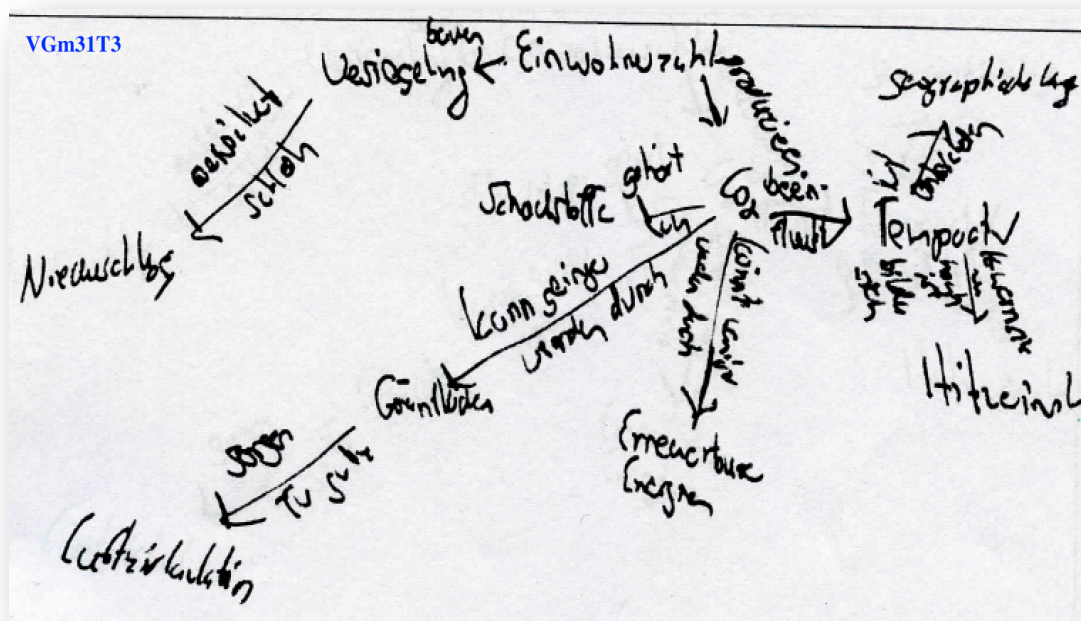


Abb. 57: Beispiel einer Map von eines Schülers der Vergleichsgruppe II.

Dieser Schüler (VGm31) der VG II hat alle vorgegebenen Begriffe bis auf ‚Luftzirkulation‘ bei der Erstellung seiner Map verwendet. Die Map hat zwar keine Kreisschlüsse, aber der Schüler verwendet beschriftete Pfeile und viele (kausale) Verzweigungen. Kohlenstoffdioxid ist unter anderem eines seiner zentralen Begriffe. Von hier aus kann man sinnvolle Verknüpfungen ablesen, zum Beispiel:

- CO₂ beeinflusst die Temperatur, welche aber auch abhängig von der geographischen Lage ist.
- Wenn die Temperatur zu hoch ist, können sich Hitzeinseln bilden
- CO₂ gehört zu den Schadstoffen und könnte weniger werden durch erneuerbare Energien und Grünflächen, welche wiederum zur Luftzirkulation beitragen.
- Einwohner(zahl) produzieren CO₂ und bauen Versiegelungen.

An einer Stelle ist der Pfeil verkehrt herum, er müsste vom Niederschlag in Richtung Versiegelung zeigen. Dann würde die Beschriftung ‚versickert schlecht‘ besser passen. Der Schüler wurde in allen vier Kategorien der Analyse-Tools auf mindestens Stufe 3 eingestuft und hat daher mit 87,5 % ein sehr gutes Ergebnis für die Erstellung seiner Maps erhalten.

Eine Schülerin (VGw19) derselben Gruppe ist eines der oben beschriebenen Mädchen, die eher eine Mindmap erstellt haben. Auf dem ersten Blick fällt es auf, wie einfach diese Map im Gegensatz zu den anderen wirkt.

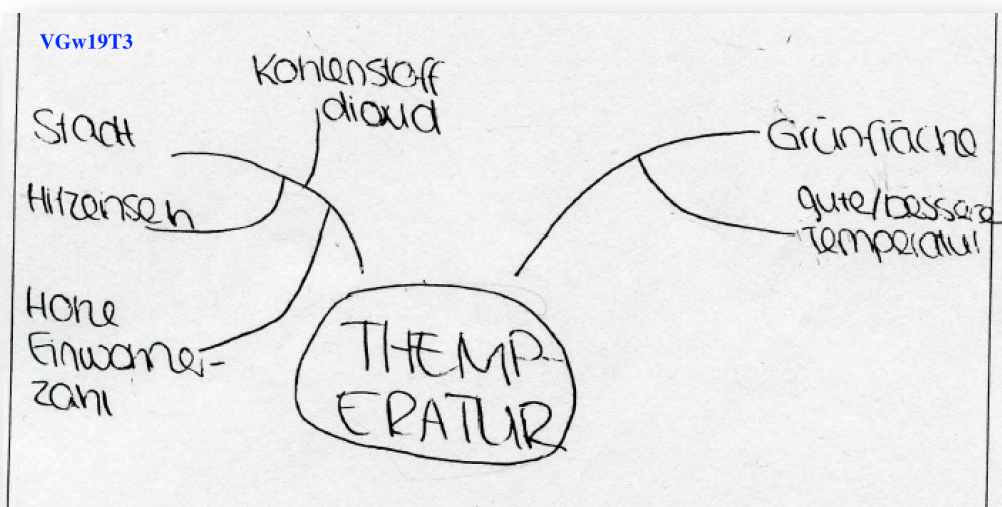


Abb. 58: Beispiel einer Map von einer Schülerin der Vergleichsgruppe II.

Die Schülerin verwendet ein zentrales Element, die ‚Temperatur‘. Von den vorgegebenen Begriffen verwendet sie nur fünf und verknüpft diese über Striche bzw. heugabelartige Verzweigungen. Es stehen sich hier abermals die Grünflächen und die Stadt gegenüber, die jeweils mit der Temperatur zu tun haben. Die Grünflächen sorgen für eine bessere Temperatur, während die Stadt Kohlenstoffdioxid, Hitzeinseln und eine hohe Einwohnerzahl hat, die Einfluss auf die Temperatur nehmen. Die getroffenen Verbindungen und das, was man daraus ablesen kann sind demnach sinnvoll. Allerdings ist eine komplexere Vernetzung des Wissens nicht sichtbar und somit erreicht die Schülerin in den anderen Kategorien nur die erste oder zweite Stufe. Daher wird ihre Map mit 50 % bewertet.

Die folgende Schülerin (NGw51) der VG III hat mit ihrer Map sehr viele Prozesse und viel Wissen visualisiert. Sie hat alle Begriffe bis auf die ‚geographische Lage‘ angewendet und sie

durch beschriftete Pfeile und Kreisschlüssen in Beziehung zueinander gesetzt. Zentrale Elemente der Map sind unter anderem Kohlenstoffdioxid, Grünflächen und Temperatur.

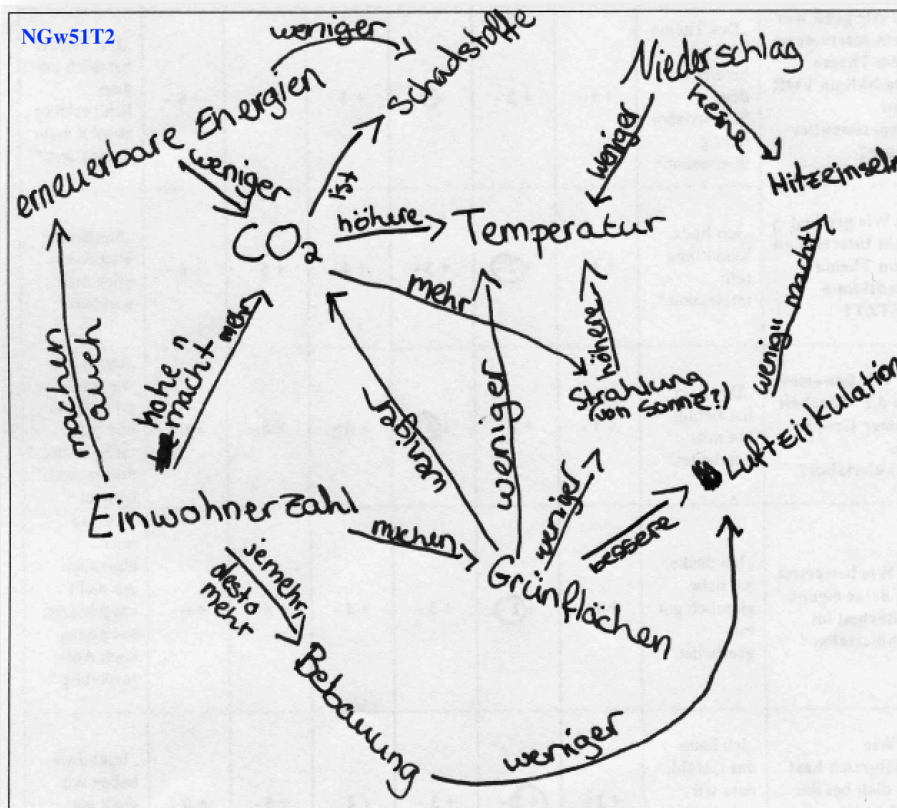


Abb. 59: Beispiel einer komplexen Map von einer Schülerin der Vergleichsgruppe III.

Folgende sinnvolle Verbindungen lassen sich zum Beispiel ablesen:

- Grünflächen bedeuten weniger CO₂, weniger Strahlung (also Schatten) sowie eine niedrigere Temperatur und eine bessere Luftzirkulation.
- Wenn die Luftzirkulation niedrig ist, gibt („macht“) es mehr Hitzeinseln.
- Durch eine hohe Einwohnerzahl entsteht mehr CO₂, welcher ein Schadstoff ist und die Temperatur steigen lässt.
- Je mehr Einwohner desto mehr Bebauung und durch mehr Bebauung weniger Luftzirkulation. Aber die Einwohner entwickeln und verwenden auch erneuerbare Energien, welche die Schadstoffe, so auch CO₂, vermindern bzw. einen geringeren Schadstoffausstoß zur Folge haben.

Diese Map zeigt, dass die Schülerin viele der Inhalte und Prozesse verstanden hat. Ihr sind auch Wirkungszusammenhänge und Interdependenzen an vielen Stellen klar. Daher wird die Map mit 93,75 % bewertet.

6.6.3 Hohe und niedrige Komplexität bei den Maps

Aus den Beispielen und den vorherigen Analysen geht hervor, dass die Schüler*innen ihr Wissen in den Maps sehr unterschiedlich darstellen. Sie legen den Fokus auf ein oder mehrere Elemente und bauen von dort aus mehr oder weniger komplexe Verbindungen, Verknüpfungen oder Kreisschlüsse auf.

In einer weiteren Untersuchung werden die Maps nach ihrer Bewertung in zwei Gruppen aufgeteilt. Der Schnitt wird zwischen 75 % vorgenommen. Alle Maps die darüber liegen, werden zu denen mit höherer Komplexität bzw. höherem Vernetzungsgrad gezählt und alle gleich oder unter 75 % zu denen mit einer niedrigeren Komplexität. In der Gruppe mit Maps mit höherer Komplexität sind 28 von den 54 Maps einzuordnen, in der mit Maps mit niedrigerer Komplexität 26. Danach wird geschaut in welcher/n Kategorie/n sie Stufe 3 oder 4 erreicht haben. Diese Daten können anschließend in Venn-Diagramme übertragen und verglichen werden. Venn-Diagramme sind Mengendiagramme, welche Beziehungen zwischen Mengen durch Überlappung visuell organisieren.

Abkürzung der Kategorienkombination	Hohe Komplexität N = 28 (in Zahlen + Prozent)	Niedrige Komplexität N = 26 (in Zahlen + Prozent)
NumRelStrInh	22; 78,57 %	1; 3,85 %
NumStrInh	5; 17,86 %	6; 23,08 %
NumRelInh	0	3; 11,54 %
NumRelStr	0	1; 3,85 %
RelStrInh	1; 3,57 %	0
NumInh	0	6; 23,08 %
RelInh	0	1; 3,85 %
StrInh	0	1; 3,85 %
Num	0	4; 15,38 %
Inh	0	3; 11,54 %

Tab. 3: Darstellung der Ergebnisse der Kategorienkombinationen. Eigene Tabelle.

Wenn eine Map in allen vier Kategorien, ‚Anzahl bzw. Nummer‘ (Num), ‚Relationen und Prozesse‘ (Rel), ‚Struktur‘ (Str) und ‚Inhalt‘ (Inh), Stufe 3 oder 4 erreicht, erhält sie die Abkürzung ‚NumRelStrInh‘. Diese Abkürzung erhalten 22 der 28 Maps (78,57 %) in der

Gruppe der Maps mit höherer Komplexität. Das heißt, dass sich 22 Maps in allen vier Kategorien überlappen. In der anderen Gruppe hat nur eine von 26 Maps (3,85 %) diese Abkürzung erhalten. Die anderen Ergebnisse werden in einer Tabelle dargestellt.

Folgende Kategorienkombinationen ‚NumRel‘, ‚NumStr‘, ‚RelStr‘, ‚Rel‘ sowie ‚Str‘ stehen nicht in der Tabelle, da keine Map der beiden Gruppen sie vorweist.

Anhand der Venn-Diagramme und ihren Überlappungen wird sichtbar, dass bei den Maps mit einer höheren Komplexität nur drei Segmente eine Rolle spielen (hellblau hervorgehoben).

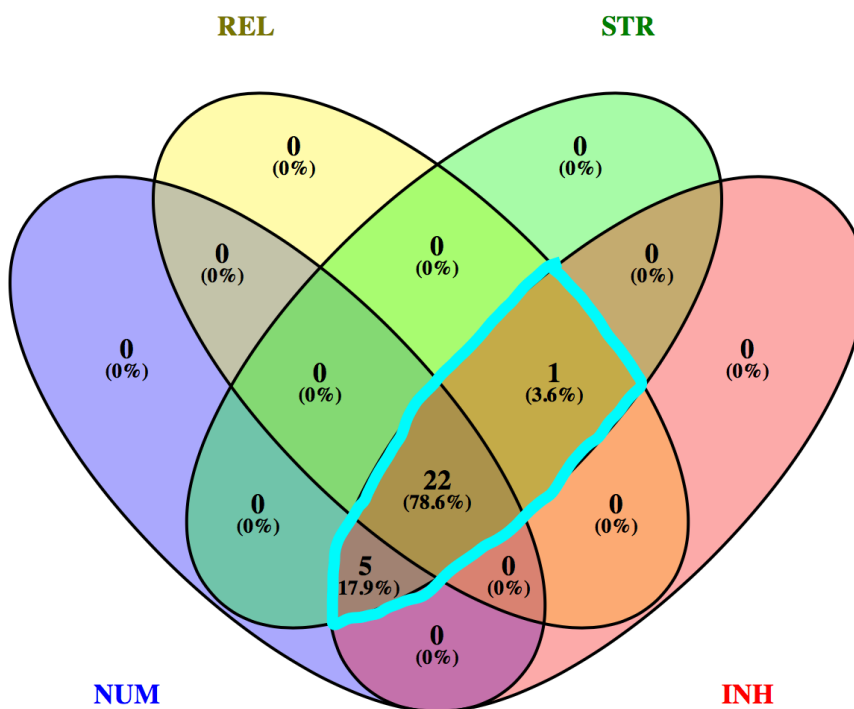


Abb. 60: Maps mit hoher Komplexität. Darstellung der eigenen Daten mit Hilfe der Internetseite: <http://bioinfo.gp.cnb.csic.es/tools/venny/>, letzter Zugriff: 10.08.18.

Oben sind die Daten in der eleganten und symmetrischen Lösung von Venn mit gleich großen Ellipsen visualisiert.

Unten sind die Daten in einem unsymmetrischen Diagramm von Venn visualisiert.

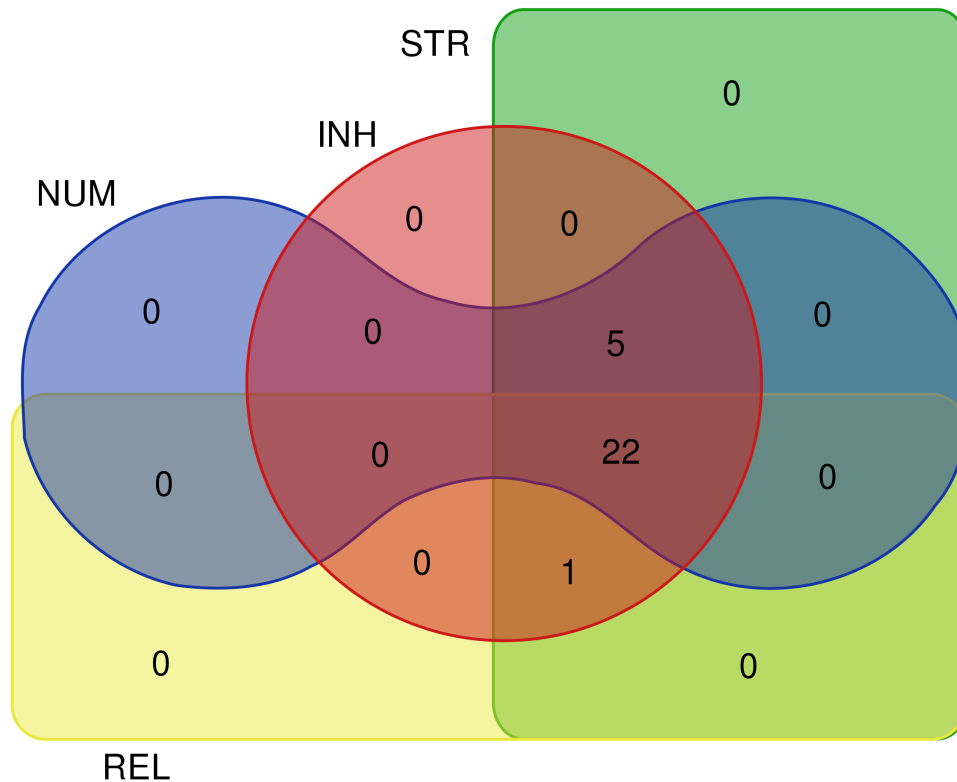


Abb. 61: Maps mit hoher Komplexität im unsymmetrischen Diagramm von Venn. Darstellung der eigenen Daten mit Hilfe der Internetseite: <http://bioinformatics.psb.ugent.be/webtools/Venn/>, letzter Zugriff: 12.08.18

In den erstellten Venn-Diagrammen für die Gruppe mit den weniger komplexen Maps wird deutlich, dass die Streuung viel größer ist und mehr Kombinationsmöglichkeiten bzw. Segmente eine Rolle spielen. Von 15 Segmenten sind neun im Diagramm hellblau hervorgehoben, weil mindestens eine Map diese Kategorienkombination aufweist. Aus dem dazugehörigen Venn-Diagramm geht hervor, dass viele Schüler*innen, die Maps mit niedriger Komplexität erstellen, anscheinend Probleme in den Kategorien ‚Relationen und Prozesse‘ und ‚Struktur‘ haben. Hier erreichen sie weniger Punkte bzw. stellen weniger Relationen und Prozesse her und die Struktur ihrer Maps ist in der Regel einfach und weniger komplex.

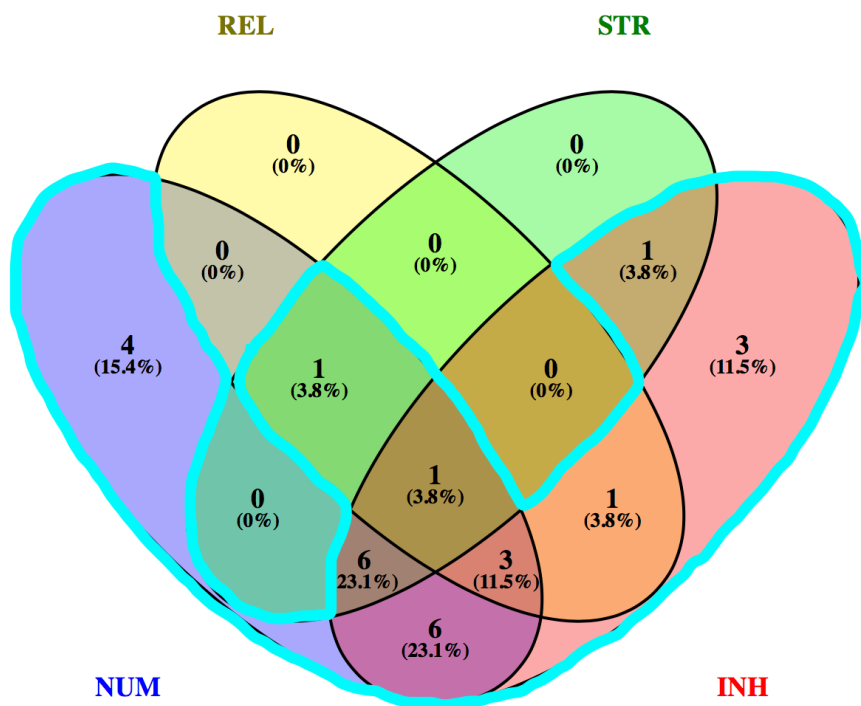


Abb. 62: Maps mit niedriger Komplexität im symmetrischen Diagramm von Venn. Darstellung der eigenen Daten mit Hilfe der Internetseite: <http://bioinfogg.cnb.csic.es/tools/venny>, letzter Zugriff: 10.08.18.

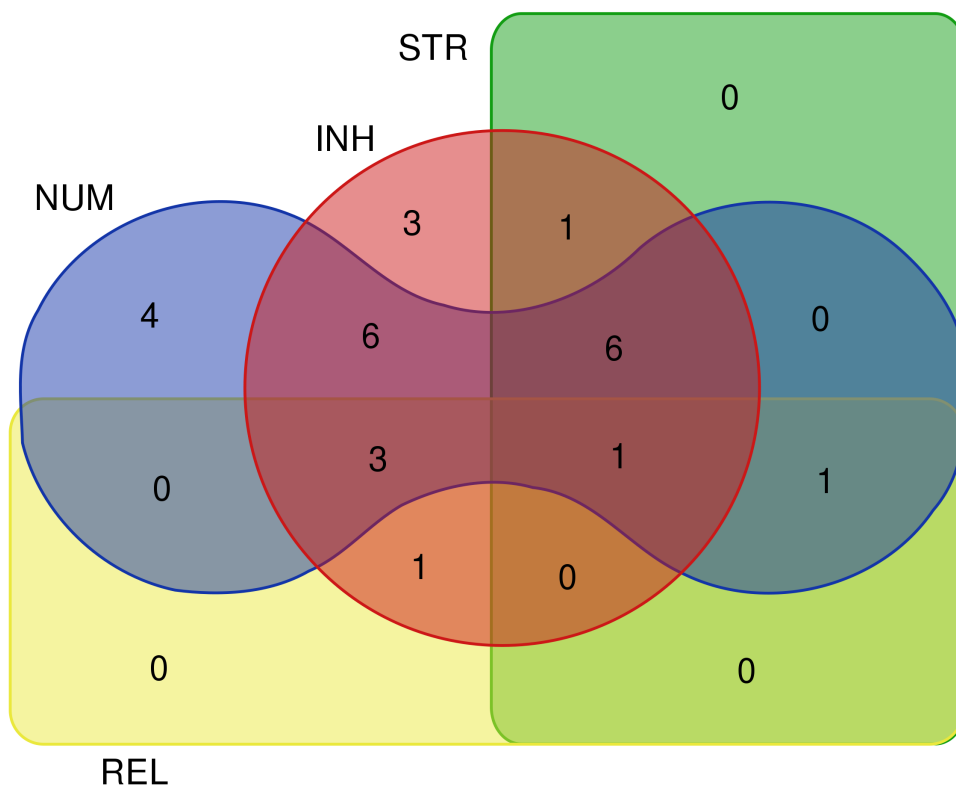


Abb. 63: Maps mit niedriger Komplexität im unsymmetrischen Diagramm von Venn. Darstellung der eigenen Daten mit Hilfe der Internetseite: <http://bioinformatics.psb.ugent.be/webtools/Venn/>, letzter Zugriff: 12.08.18.

6.6.4 Interrater-Reliabilität bei den Maps

Für mehr Reliabilität des Tools und bei der Auswertung, wird die Funktionsweise des Analysetools von der Projektleiterin mit einem Kollegen der Physikdidaktik durchlaufen und überarbeitet. Des Weiteren werden sechs bis sieben zufällig ausgewählte Maps jeweils an einem/r von acht Kolleg*innen der Geographiedidaktik verteilt. Mit einer kurzen Beschreibung und Einführung in das Analysetool sollen sie die Maps ebenfalls bewerten. Ihre Ergebnisse tragen sie in eine Tabelle ein und reichen sie der Projektleiterin wieder ein. Da Stadtklima ein Thema ist, das oft in der Oberstufe in Erdkunde behandelt wird, erschienen die Kolleg*innen aus der Geographie eine passende Wahl als Interrater zu sein. Die Werte in den folgenden Tabellen werden mit Hilfe von Kreuztabellen mit Randhäufigkeiten berechnet, woraus sich Cohens Kappa κ berechnen lässt. Der Kappa-Wert kann dann in Prozent umgewandelt werden.

Code des/r Raters/in	numerische Analyse	Relationsanalyse	strukturelle Analyse	inhaltliche Analyse	Gesamtübereinstimmung	nicht bewertbar	Durchschnittliche Abweichung in % im Vergleich zu Ergebnissen der Projektleiterin
GIR01	67%	100%	50%	17%	58%	0%	11%
GIR02	57%	71%	57%	0%	46%	0%	5%
GIR03	100%	71%	71%	43%	71%	0%	2%
GIR04	50%	33%	33%	17%	33%	8%	1%
GIR05	14%	71%	0%	29%	29%	25%	7%
GIR06	86%	71%	71%	43%	68%	7%	4%
GIR07	100%	86%	14%	71%	68%	0%	5%
GIR08	71%	57%	71%	29%	57%	7%	3%
Ergebnisse im Schnitt	68%	70%	46%	31%	54%	6%	5%

Tab. 4: Übereinstimmungen zwischen Ratern aus Geographiedidaktik und der Projektleiterin bei der Bewertung und Einstufung der Maps. Eigene Tabelle.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei der numerischen und Relationsanalyse im Schnitt eine gute Übereinstimmung zwischen den Map-Bewertungen der Rater*innen und der Projektleiterin

vorhanden ist (mehr als zwei Drittel). Anders verhält es sich bei der strukturellen und inhaltlichen Analyse. Hier ist die Übereinstimmung unter 50 % und bei der inhaltlichen Analyse sogar unter einem Drittel. Bei der strukturellen Analyse liegt die schlechte Übereinstimmung besonders an zwei Rater*innen (gelb unterlegt), die anderen haben in der Regel mehr als 50 % Übereinstimmung mit der Projektleiterin, eine mittelmäßige Übereinstimmung. Bei der inhaltlichen Analyse verhält es sich etwas anders. Hier gibt es ebenfalls drei Rater*innen die besonders auffallen, da sie keine oder nur etwas Übereinstimmung mit der Projektleiterin in der Bewertung der Kategorie haben. Bei den anderen Rater*innen verteilt sich die Übereinstimmung zwischen 29 und 71 %, was auf eine mittelmäßige bis ausreichende Übereinstimmung hinweist. Die durchschnittliche Gesamtübereinstimmung aller Rater*innen mit der Projektleiterin ist mit 54 % mittelmäßig.

Im Diagramm wird gezeigt zu wie viel Prozent es eine Abweichung um null, eine, zwei oder drei Stufe(n) durch die Rater*innen gibt.

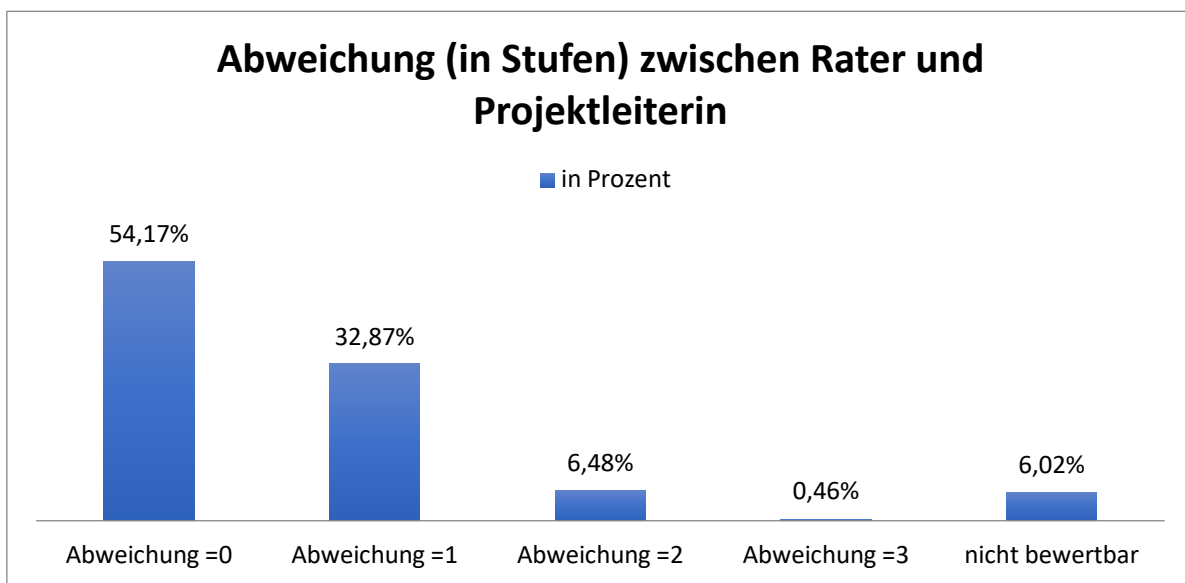


Abb. 64: Abweichung zwischen Rater und Projektleiterin. Eigenes Diagramm erstellt mit Excel.

Es zeigt sich, dass es in insgesamt 54,17 % der Fälle keine Abweichung zwischen Projektleiterin und Rater*innen gibt. Eine Abweichung um eine Stufe kommt im Schnitt in 32,87 % und eine Abweichung um zwei oder mehr Stufen in weniger als 7 % der Fälle vor. Weitere 6 % sind nicht bewertbar.

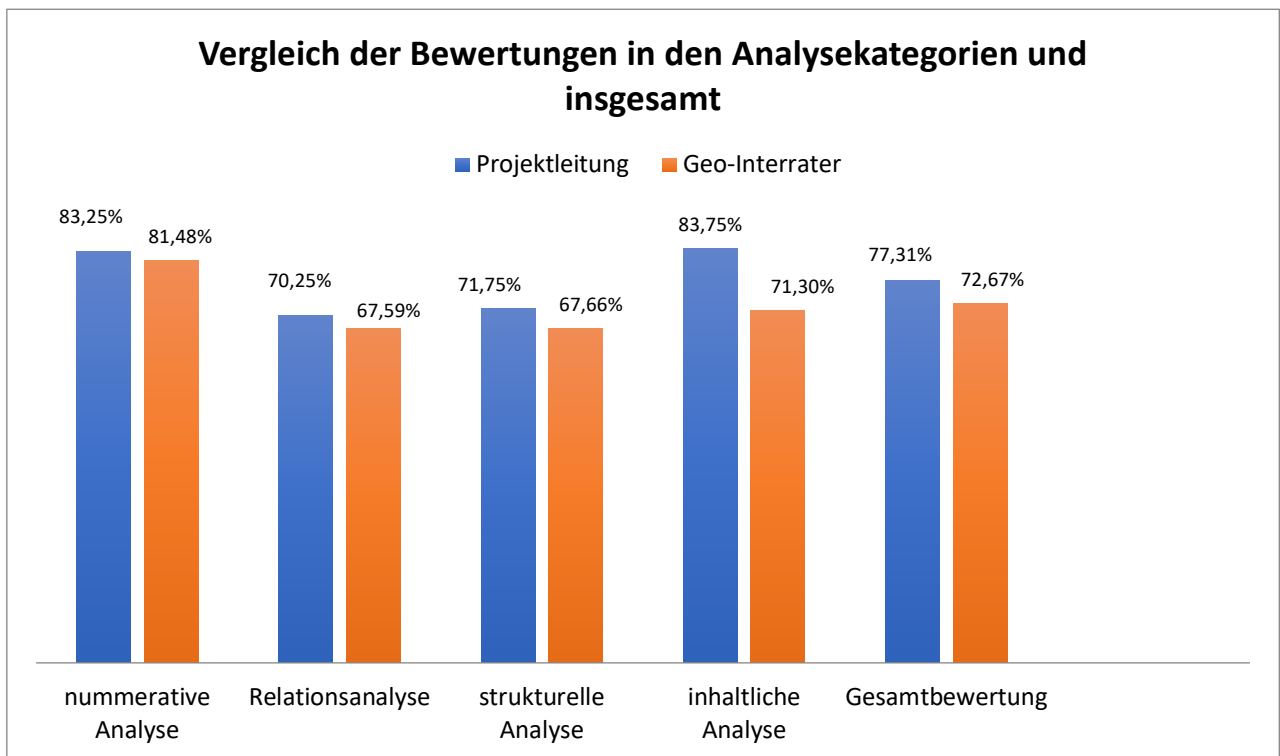


Abb. 65: Vergleich der Bewertungen zwischen den Ratern und der Projektleiterin. Eigenes Diagramm erstellt mit Excel.

Zuletzt zeigt der Vergleich der durchschnittlichen Bewertung (der Schüler*innen in Prozent pro Analyse-Kategorie) der Rater*innen mit der Bewertung der Projektleiterin, dass die Unterschiede meistens unter 5 % liegen, außer bei der inhaltlichen Analyse, wo der Unterschied über 12 % beträgt.

An dieser Stelle muss zusätzlich beachtet werden, dass die Rater*innen nur sechs oder sieben Maps erhalten haben. Das heißt, es gibt Rater*innen, wie zum Beispiel GIR03, GIR06 und GIR08, die bei den anderen Maps auch wahrscheinlich eine große Übereinstimmung mit der Projektleiterin hätten. Während es Rater*innen gibt, die wahrscheinlich bei den anderen Maps weiterhin wenig Übereinstimmung mit der Projektleiterin hätten.

Gründe hierfür können in der subjektiven Wahrnehmung und Vorstellung der einzelnen Rater*innen und der Projektleiterin, vor allem bei der inhaltlichen Analyse liegen. Die Projektleiterin ist „viel mehr im Thema“ als die Rater*innen (hauptsächlich aus dem humangeographischen Bereich der Didaktik) und auch Spezialistin bei dem Projekt. Das Inhaltswissen der Rater*innen ist daher vermutlich nicht so groß. Außerdem kennen sie die Stationen und Projektinhalte nicht gut und können daher Zusammenhänge, Verbindungen und Prozessdarstellung durchaus anders verstehen und bewerten. In den meisten Fällen der Gesamtergebnisse ist der Kappa-Wert im Schnitt jedoch annehmbar, mittelmäßig oder sogar beachtlich.

6.6.5 Zusammenfassung der Analyseergebnisse der Maps

Die Umsetzungsbeispiele der Schüler*innen zur Aufgabe, eine Map zum Thema ‚Stadtklima‘ mit Hilfe vorgegebener Begriffe zu erstellen, zeigen die mögliche Vielfalt und Variation bei der Visualisierung. Es gibt sehr einfache Maps mit einem zentralen Element und ein paar aufgelisteten Wörtern, Maps wo ein Vergleich und Informationen aus einer Station herangezogen werden, Maps mit vielen Verzweigungen hin zu Maps, die durch Kreisschlüsse und Verzweigungen sehr komplex wirken und oft sind. In der Bewertung liegen alle Maps zwischen 50 und 100 %. Um besser erkennen zu können, in welchen Kategorien Schüler*innen mit weniger komplexen Maps besondere Schwierigkeiten bei der Erstellung ihrer Maps hatten, wird bei 75 % ein Schnitt gemacht. Alle Maps mit einer Bewertung darüber gelten als Maps mit hoher Komplexität und alle Maps ≤ 75 % gelten als solche mit niedriger Komplexität. Die Kategorien in denen die Maps Stufe 3 oder höher erreichen, werden als Daten in ein Venn-Diagramm übertragen. Es stellt sich heraus, dass die Gruppe mit den komplexeren Maps sich in allen Kategorien größtenteils überlappen. Über 78 % (22 Schüler*innen) erreichen Stufe 3 oder 4 in allen Kategorien, während in der anderen Gruppe nur 3,85 % (ein*e Schüler*in) in allen Kategorien Stufe 3 oder 4 erreichen. Bei der Gruppe der Schüler*innen mit den weniger komplexen Maps ist die Streuung im Diagramm viel höher. Am meisten Schwierigkeiten haben sie bei ‚Relationen und Prozesse‘ und ‚Struktur‘. Visuell bedeutet das, dass sie bei der Erstellung weniger Pfeile, Beschriftungen etc. verwenden, zudem ist die Struktur ihrer Maps in der Regel recht einfach gehalten mit wenigen Verzweigungen und Kreisschlüssen.

Des Weiteren wurden eine geschlechtsspezifische Untersuchung und Untersuchungen zu den Vergleichsgruppen durchgeführt. Bei der Betrachtung aller Schüler*innen gab es keinen statistischen Unterschied zwischen Mädchen und Jungen, wenn es um die Erstellung der Maps geht. Auch bei deren Bewertung gab es keinen signifikanten Unterschied. Bei der Einzelbetrachtung der Mittelwerte waren die Mädchen der VG I und VG III in fast allen Kategorien tendenziell besser. Die Ausnahme bildet jedoch die VG II. Hier sind zwischen Mädchen und Jungen signifikante Unterschiede in den Kategorien ‚Relationen und Prozesse‘ und ‚Struktur‘ vorhanden. Die Jungen der VG II sind in diesen Kategorien auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die Mädchen der VG II. Der Blick in die Testate dieser Gruppe verrät, dass dort die Ergebnisse ähnlich sind, so ist die schlüssigste Erklärung,

dass die Leistungen der Mädchen in dieser Gruppe schwächer waren, und dass sie eventuell weniger motiviert waren.

Der Vergleich zwischen den Gruppen zeigt einige signifikante Unterschiede zwischen der VG II und den anderen beiden Gruppen. Auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ erstellt ein*e Schüler*in der VG I oder der VG III eine bessere Map (im Sinne von: bekommt mehr Punkte im Analysetool) als ein*e Schüler*in der VG II. Die Gruppenzugehörigkeit sowie die zweite Intervention haben somit einen mittleren bis starken Effekt auf die Gesamtpunktzahl und Leistung beim Erstellen der Maps.

So lassen sich 25 % der Varianz bzw. der Unterschiede zwischen VG II und VG III erklären und 43 % zwischen VG II und VG I.

6.7 Typisierung der Schüler*innen

Die Typisierung der Schüler*innen dient der Fragestellung, ob es bei der Untersuchung eine Korrelation zwischen bestimmte Schüler*innentypen und ihren tatsächlichen Ergebnissen und Leistungen in den Testaten und Maps gibt.

Für diese Untersuchung werden nur die Schüler*innen der VG I und VG II betrachtet, da sie im Prätest die Frage U6 *„Welche Aussage trifft auf dich eher zu?“* mit folgenden Antwortmöglichkeiten: *„a) Ich habe Sorge, dass ich neue Lerninhalte und Aufgaben im Unterricht nicht verstehen werde oder dabei Schwierigkeiten haben werde.“* oder *„b) Mir gelingen neue Aufgaben in der Schule eigentlich immer, zur Not mit mehr Anstrengung, denn neue Lerninhalte sind eine Herausforderung für mich.“* hatten. An dieser Stelle werden verschiedene Daten trianguliert. Von den insgesamt 36 Schüler*innen werden nur $N = 27$ analysiert, da sie bei allen drei Testaten teilgenommen haben und eine Map erstellt haben, dessen Auswertung ebenfalls in die Untersuchung einfließt. Zudem werden die Selbsteinschätzungen aus den Testaten mit einbezogen.

6.7.1 Vorgehen

Zunächst werden alle Ergebnisse der Wissensteile der drei Testate der insgesamt 36 Schüler*innen in einer Tabelle gelistet. Hier wird ermittelt, welche Schüler*innen alle drei Testate abgelegt haben, alle anderen Schüler*innen können aus der Tabelle gestrichen werden.

Danach wird geschaut wie die verbleibenden 27 Schüler*innen die Frage U6 beantwortet haben und in entsprechende Gruppen geteilt. Es gibt drei Gruppen, da manche Schüler*innen beide Antworten angekreuzt haben. Dieser ‚Mischtyp‘ (Typ B, N = 4) wird höchstens noch zum Vergleichen herangezogen, soll aber keine größere Rolle spielen. Interessanter sind die Unterschiede zwischen den anderen beiden Typen A (N = 13) und C (N = 10). Wobei Typ A die ‚zuversichtlichen‘ oder ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen repräsentiert, die neue Lerninhalte und Aufgaben als positive Herausforderung wahrnehmen, welche ihnen gelingen, auch wenn sie sich eventuell anstrengen müssen. Typ C repräsentiert die Schüler*innen, die eher ‚besorgt‘ sind, dass sie neue Lerninhalten und Aufgaben nicht verstehen werden oder dabei Schwierigkeiten haben werden. Ihre Punkte in den jeweiligen Bereichen der Testate werden wie in der folgenden Tabelle umgerechnet, um sie proportional besser vergleichen zu können, mit kleineren Werten arbeiten zu können und eine Art schulische Bewertung (umgekehrte Notenfolge!) zu haben. Es werden hauptsächlich die Ergebnisse der beiden Posttests betrachtet.

Testatbereich/ Umrechnung	OFF 1 (3 Fragen)	MUL (4 Fragen)	DIC (5 Fragen)	OFF 2 (6 Fragen)
1 = mangelhaftes Ergebnis	0 – 6	0 – 8	0 – 10	0 – 12
2 = ausreichendes Ergebnis	7 – 12	9 – 16	11 – 20	13 – 24
3 = befriedigendes Ergebnis	13 – 18	17 – 24	21 – 30	25 – 36
4 = gutes Ergebnis	19 – 24	25 – 32	31 – 40	37 – 48
5 = sehr gutes Ergebnis	25 – 30	33 – 40	41 – 50	49 – 60

Tab. 5: Umrechnung der Testatpunkte im Wissensteil je Bereich. Eigene Tabelle.

Die Schüler*innen können bei der Umrechnung maximal 20 Punkte erhalten. Des Weiteren werden die Ergebnisse mit den Selbsteinschätzungsfragen der Schüler*innen aus den Bewertungsbereichen der beiden Posttests abgeglichen, um zu untersuchen, wie genau die Schüler*innen sich und ihre Leistungen einschätzen und bewerten. Hierfür werden aus dem Posttest 1 die jeweiligen Ergebnisse von B4.1, B8.1 sowie B9.1 und aus dem Posttest 2 die

jeweiligen Ergebnisse von B3.2, B7.2 und B11.2 hinzugezogen. Die Beschreibung der Ergebnisse bei den Maps vervollständigt die Untersuchung zur Typisierung.

6.7.2 Ergebnisse der Typisierung

Im Prätest sind die ‚besorgten‘ Schüler*innen (Typ C) in allen Bereichen im Durchschnitt schlechter als die ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen (Typ A), wobei sie im Bereich OFF1 etwas besser sind als die Mischtypen (Typ B). Diese Mischtypen sind im Bereich DIC genauso gut wie die ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen.

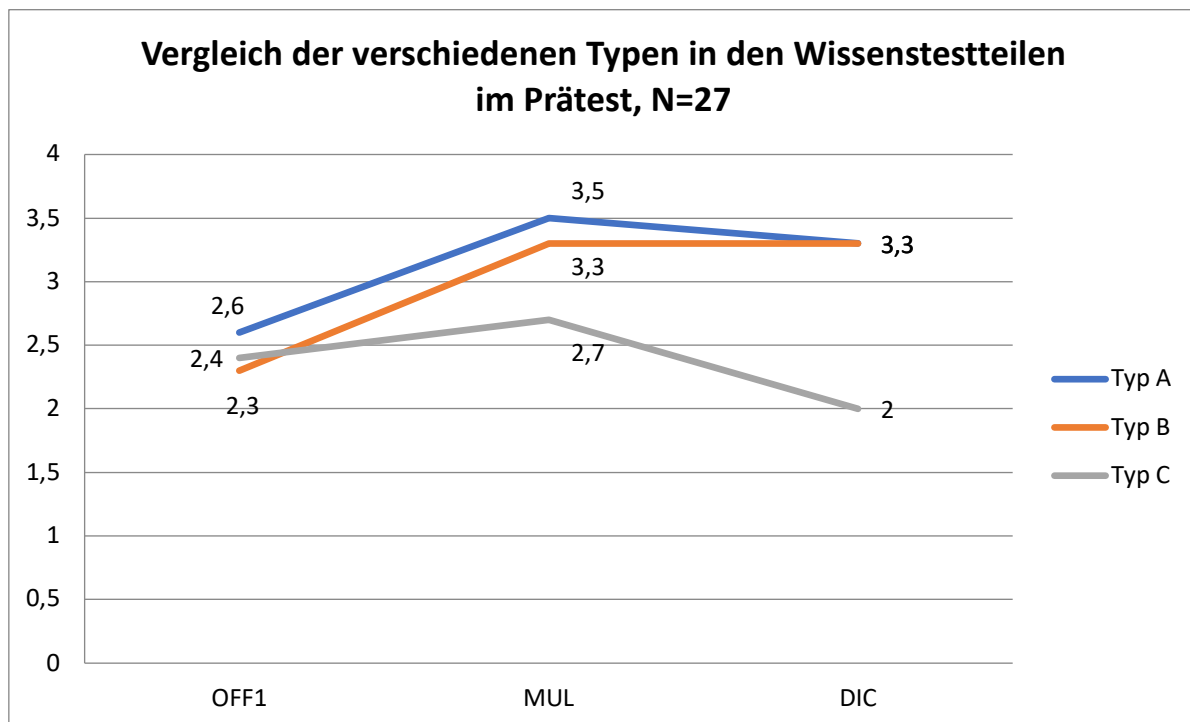


Abb. 66: Vergleich der verschiedenen Typen im Prätest. Eigenes Diagramm.

Je nach Bereich gibt es einen auffälligen Unterschied in den Ergebnissen von Typ A und Typ C (siehe Abb. 66).

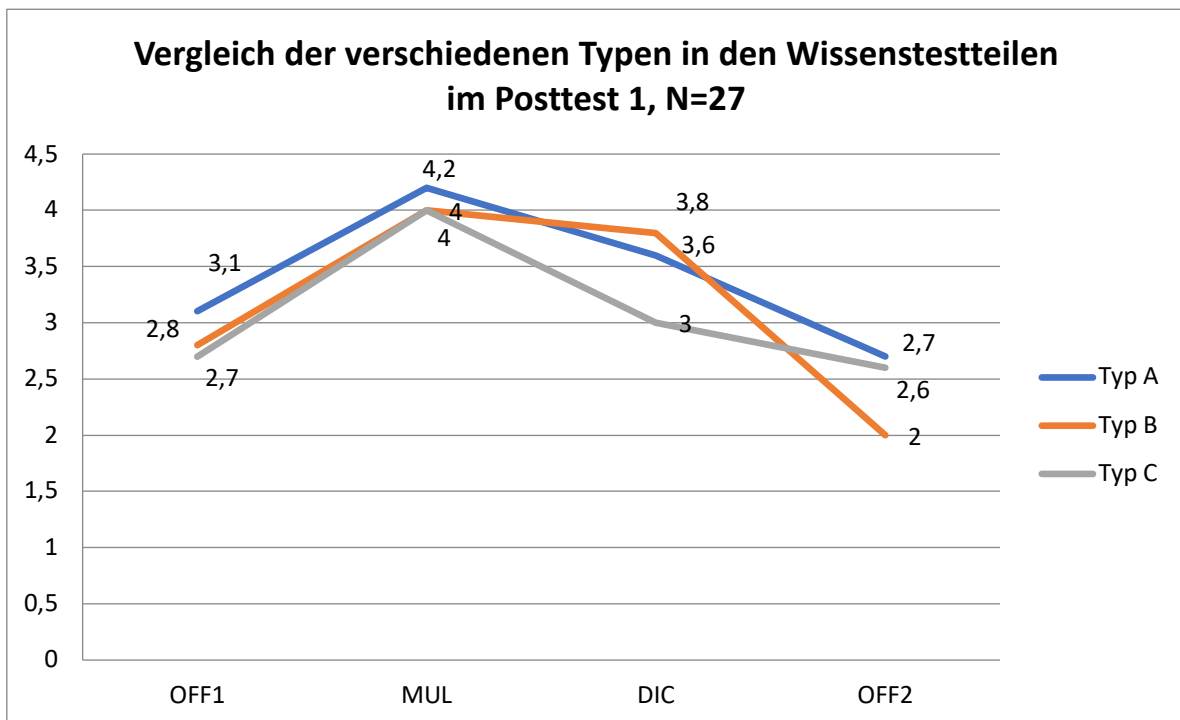


Abb. 67: Vergleich der verschiedenen Typen im Posttest 1. Eigenes Diagramm.

Das Gleiche trifft für den Posttest 1 zu, außer im Bereich OFF2, in dem Typ C fast genauso gut ist wie Typ A. Typ B ist im Bereich DIC besser als die beiden anderen Typen und schlechter im Bereich OFF2 (siehe Abb. 67).

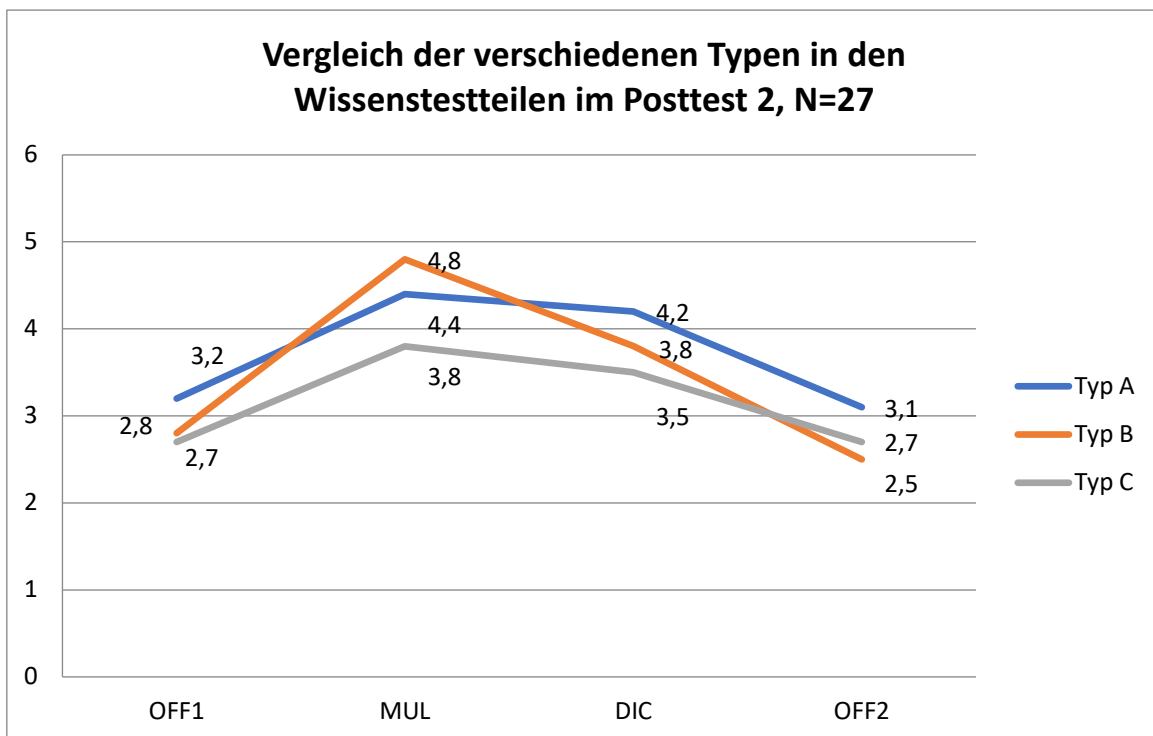


Abb. 68: Vergleich der verschiedenen Typen im Posttest 2. Eigenes Diagramm.

Im Posttest 2 ist Typ B im Bereich MUL besser als die beiden anderen Typen, allerdings, wie im Posttest 1, schlechter im Bereich OFF2. Typ A ist hier abermals in allen Bereichen besser als Typ C (siehe Abb. 68).

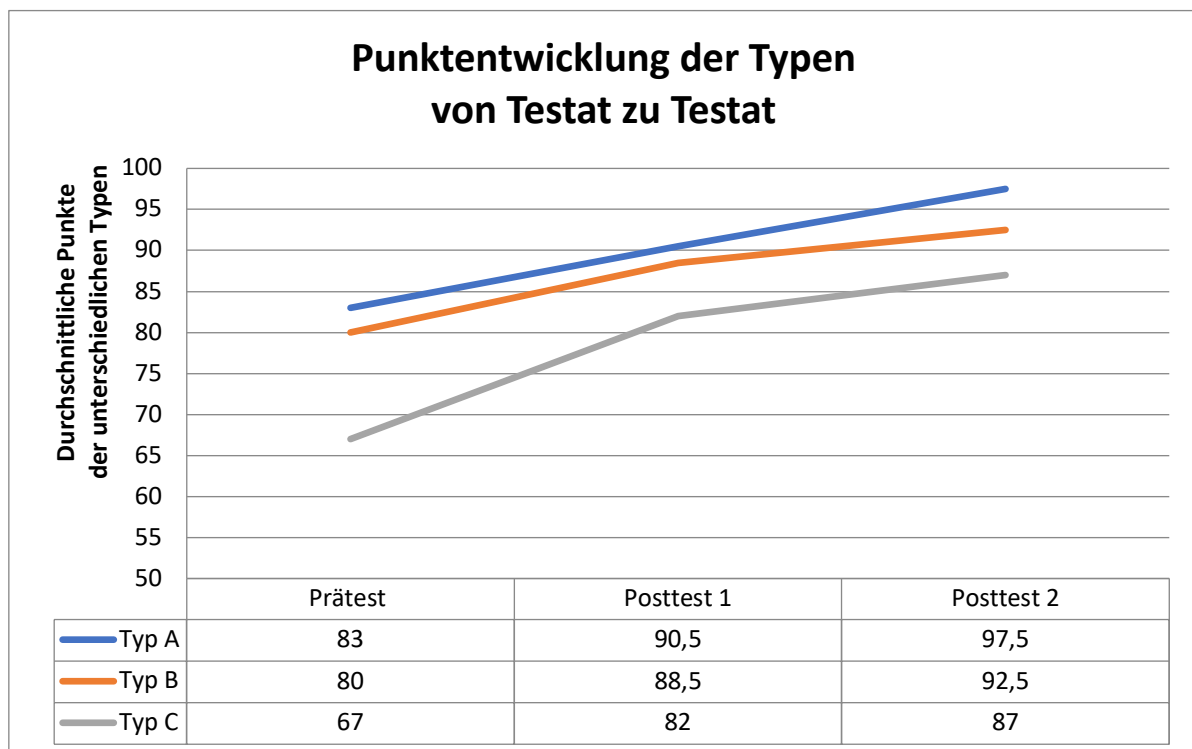


Abb. 69: Punktentwicklung bei den verschiedenen Typen von Test zu Test. Eigenes Diagramm.

Anhand des oberen Diagramms ist zu erkennen, dass die erste Intervention, das ‚fächerübergreifende Modul‘ im Schülerlabor, besonders wirksam bei den ‚besorgten‘ Schüler*innen war. Ihre Ergebnisse im Posttest 1 sind (signifikant) besser als im Prätest. Die Verhältnisse zwischen Mädchen und Jungen sind bei den Typen jedoch unterschiedlich. Während bei den ‚Selbstbewussten‘ das Verhältnis zwischen Mädchen und Jungen mit 46 % zu 54 % relativ ausgeglichen (mit einer Tendenz zu mehr Jungen) ist, gibt es bei den ‚Besorgten‘ 70 % Mädchen und nur 30 % Jungen. Ganz extrem zeigt sich diese Verteilung bei der VG II. Hier ist das Verhältnis zwischen Mädchen und Jungen bei den ‚Selbstbewussten‘ etwa 33 % Mädchen und 67 % Jungen. Bei den ‚Besorgten‘ ist der Unterschied mit 83 % Mädchen zu 17 % Jungen noch extremer. Dies könnte eine weitere Erklärung für die schlechteren Leistungen der Mädchen der VG II bei den Testaten und Concept Maps sein. Sie scheinen nicht so

selbstbewusst zu sein und haben mehr Sorgen, dass sie neue Lerninhalte nicht verstehen oder dabei Schwierigkeiten im Unterricht haben werden. Ein weiteres Ergebnis ist etwas paradox. Die weniger selbstbewussten Schüler*inenn, Typ C, schätzen ihre Leistungen tendenziell besser ein bzw. überschätzen sich, während die selbstbewussten Schüler*innen, Typ A, sich und ihre Leistungen tendenziell richtig einschätzen oder sogar teilweise unterschätzen.

Im Schnitt erreichen die ‚Besorgten‘ im Prätest 67, im Posttest 1 82 Punkte und im Posttest 2 87 Punkte, demzufolge im Durchschnitt aller Testate 79 Punkte. Bei ihren Maps erreichen sie im Schnitt eine Bewertung von 67,75 %. Die ‚Selbstbewussten‘ erbringen, wie die Diagramme zeigen, bessere Leistungen. Im Prätest erreichen sie im Schnitt 83, im Posttest 1 90,5 Punkte und im Posttest 2 97,5 Punkte, demzufolge im Durchschnitt 90 Punkte, elf Punkte mehr als die ‚Besorgten‘. Bei den Maps haben sie mit 79,33 % ebenfalls ein besseres Ergebnis als die ‚Besorgten‘, im Durchschnitt 11,58 % mehr. Es scheint so zu sein, dass das Selbstbewusstsein und die eigene Disposition bei diesen Schüler*innen hier Indikatoren für ihre Leistungen sind. Das heißt es besteht eine Korrelation zwischen der eigenen Disposition und den Leistungen.

Für diese Gruppen lassen sich folgende Merkmale feststellen: Wenn es um neue Lerninhalte geht, sind die ‚besorgten‘ Schüler*innen wesentlich häufiger Mädchen. Sie machen sich eher Sorgen, dass sie neue Lerninhalte nicht verstehen und Schwierigkeiten haben könnten. Jungen, die ‚besorgt‘ sind, schätzen sich und ihre Leistungen häufiger besser ein als sie sind und als die Mädchen derselben Gruppe. Bei dieser Untersuchung haben die ‚Besorgten‘ in allen Testaten und bei den Concept Maps schlechtere Ergebnisse als die ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen. Zu den ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen gehören tendenziell mehr Jungen, wobei das Verhältnis recht ausgewogen ist. Diese Schüler*innen schätzen sich und ihre Leistungen in der Regel ganz gut ein. Sie unterschätzen sich eher, als dass sie sich überschätzen.

6.8 Lernprodukte

6.8.1 Selbstentwickelte Lernprodukte der Schüler*innen

In der Projektphase wurden die Schüler*innen der Vergleichsgruppen I und II dazu instruiert ein Thema aus dem Bereich ‚Stadtklima‘ nach etwa vier bis fünf Wochen zu präsentieren. Die Vergleichsgruppe III bekam aufgrund des Studiendesigns nach dem ‚fächerübergreifenden

Modul‘ im Schülerlabor nur eine Nachbereitungsstunde und keine längere (Projekt-)Phase in der Schule. Demzufolge hat sie auch keine eigenen Lernprodukte entwickelt und präsentiert.

Die VG I bearbeitete offene Projekte und hatte sehr viele Freiheiten, wie:

- die Wahl der Gruppenteilnehmer*innen,
- Wahl des Präsentationsformats,
- Wahl der Themen innerhalb des großen Themenbereichs,
- Unterrichtszeit zum Entwickeln und Bearbeiten ihrer Projekte,
- Beratung durch die Projektleiterin und die Lehrerin während der Unterrichtszeit etc.

Die folgenden Bilder sind ein kleiner Ausschnitt aus den Projekten der VG I und sollen einen Eindruck von den Schülerpräsentationen und ihren selbst erstellten Lernprodukten vermitteln.



Abb. 70 & 71: Screenshots aus den Powerpoint-Präsentationen der Schüler*innen der VG I: „Erneuerbare Energie“ (links) und „Eine Exkursion durch Köln“ (rechts). Eigene Bilder.



Abb. 72 & 73: Screenshots aus den Filmen der Schüler*innen der VG I: „Unser Konsumverhalten – Energieverbrauch in Köln“ (links) und „My home is where my dome is“ (rechts). Eigene Bilder.



Abb. 74 & 75: Modell eines ‚Grünen Hauses‘ mit Begrünung, Regenauffangananlage und Solarzellen etc. gebaut von Schüler*innen der VG I zum Thema „Begrünung der Stadt“. Eigene Bilder.

Die VG II hingegen konnte nicht so frei und kreativ arbeiten, weil sie viel mehr Vorgaben hatte, wie:

- Partnerarbeit,
- Einschränkungen bei dem Präsentationsformat (nur Vortrag, Plakat oder Powerpoint-Präsentation),
- Thema wurde zugestelt,
- Entwicklung und Bearbeitung musste als Hausaufgabe gemacht werden, weil sie während der Unterrichtszeit weitere Impulse und weiteren Lernstoff zum Thema ‚(Stadt-)Klima‘ bekamen etc.

Die folgenden Bilder zeigen ein paar Eindrücke von den Präsentationen der VG II.



Abb. 76 & 77: Powerpoint-Präsentation zum Thema „Energieverbrauch in Köln“ in der VG II. Eigene Bilder.

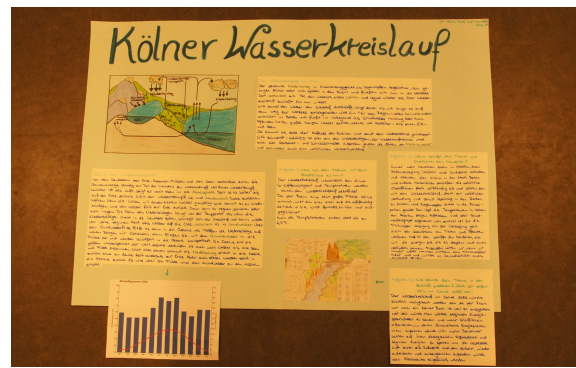


Abb. 78 & 79: Plakate zu den Vorträgen „Infrastruktur und Verkehrsmittel (in Köln)“ und „Kölner Wasserkreislauf“ in der VG II. Eigene Bilder.

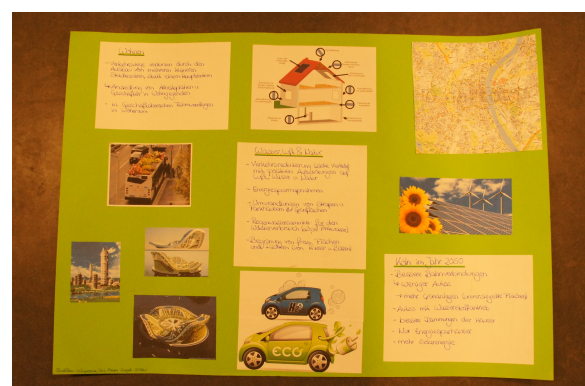


Abb. 80 & 81: Plakate zum Vortrag „Kann Köln eine ökologische Stadt werden? In der VG II. Eigene Bilder.

Entsprechend den Vorgaben und den unterschiedlichen Freiheiten entstanden in den beiden Gruppen ganz unterschiedliche Lernprodukte. Die Schüler*innen der VG I schrieben Tagebuch, machten Powerpoint-Präsentationen, drehten Filme, führten Interviews und bauten Modelle. Diese führten sie mit begleitendem Vortrag in je 20 bis 25 Minuten vor. Die Schüler*innen der VG II erstellten Plakate und Powerpoint-Präsentationen und stellten diese mit begleitendem Vortrag in etwa 5 bis 10 Minuten vor. Beide Gruppen zeigten schöne Ergebnisse, dennoch ist es auffällig wie viel kreativer die Schüler*innen der VG I durch die Wahlfreiheit in ihrer Schulphase wurden.

6.8.2 Gestellte Lernprodukte

Die von der Projektleiterin gestellten und eingesetzten Lernprodukte werden sowohl von den Schüler*innen, den studentischen Betreuer*innen, als auch von der Lehrerin größtenteils als positiv beschrieben. Die einleitende Geschichte über Emilia, dem vierzehnjährigen Mädchen,

das aus der Eifel in die Großstadt Köln zieht und sich über die Klimaunterschiede und -phänomene wundert, aktiviert die Schüler*innen, regt sie zum Nachdenken an und verschafft über das Alter, den Wohnort etc. eine Verbindung.

Die Schüler*innen bewerten die Arbeitsblätter und das zur Verfügung gestellte Material im Schülerlabor im Feedbackinterview größtenteils positiv und als hilfreich.

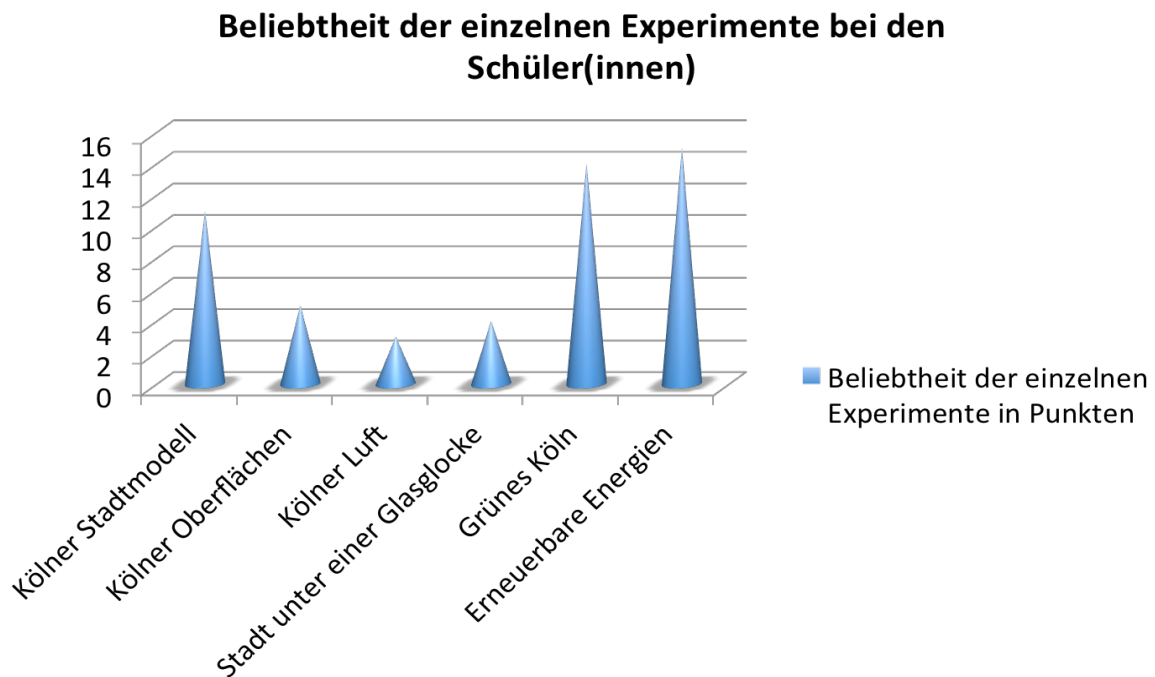


Abb. 82: Beliebtheit der Stationen bei den Schüler*innen. Eigenes Diagramm.

Explizit auf die Experimente angesprochen finden sie drei eher gut (siehe Abb. 82). Diese beschreiben sie als spannend, neu und als Experimente bei denen sie vieles selber machen konnten. Drei finden sie aber weniger gut (siehe Abb. 82). Diese werden teilweise als zu absehbar, einfach oder als bereits bekannt von den Schüler*innen beschrieben. Fast alle studentischen Betreuer*innen würden die Materialien und/oder Inhalte aus dem ‚fächerübergreifenden Modul‘ nutzen oder zumindest für den eigenen Unterricht aufgreifen (siehe Kapitel 7.1.6). Die Lehrerin hatte vor ihrem ersten Besuch eher eine teure, professionellere Ausstattung im Schülerlabor erwartet und war überrascht, mit welchen einfachen Materialien und selbstgebauten sowie -entwickelten Stationen die Inhalte des Themas vermittelt wurden (siehe Interviews im Anhang oder Kapitel 7). Dies war vermutlich auch etwas motivierend für die Schüler*innen. Sie konnten erkennen, dass man Vieles auch selber basteln und damit experimentieren kann. Dem Vorbild sind teilweise die Schüler*innen

der VG I bei ihren eigenen Projekten in der Schule gefolgt und haben einiges selbst gebastelt und somit eigene Lernprodukte hergestellt (siehe Abb. 74 & 75).

Des Weiteren bekamen sie auch in dieser (Schul-)Phase Material von der Projektleiterin gestellt. Für die VG I handelte es sich hierbei eher um Links zu Datenbanken, Webseiten über das Stadtklima, Broschüren, Artikel über Köln und das Klima. Für den Unterricht mit der VG II wurden mehr Lernprodukte, wie Filme bzw. Filmausschnitte zum Thema, ein Interviewpartner, Broschüren, Bastel- und Zeichenmaterial, Arbeitsblätter etc. gestellt. Ein Laptop zur Recherche befand sich im Kursraum. Da in beiden Gruppen die meisten Lernprodukte und Materialien gut von den Schüler*innen angenommen und verwendet wurden, kann man davon ausgehen, dass sie ihren Zweck erfüllt haben. Außerdem belegt der Posttest 2, dass es bei den Schüler*innen im Schnitt einen weiteren Lernzuwachs gab, so dass man annehmen kann, dass die Lernprodukte auch beim Lernen halfen.

7 Zusammenfassende Diskussion

Von der Konzeption des Projektes, über die Entwicklung der Stationen sowie der schulischen Intervention, die Kooperation mit der Schule, bis hin zur Durchführung, der Erhebung der Daten und deren Evaluation, waren die Arbeit und das Projekt ein stetig wachsender Prozess. So ergaben sich für die vorliegende Arbeit im K.Ö.L.N.-Projekt mehrere Ziele (siehe Kapitel 1.2.2), die unter anderem die Implementierung im Schülerlabor, die Erweiterung von Kompetenzen, eine Verbesserung des vernetzten Denkens beim inhaltlichen Thema ‚Stadtklima‘ etc. beinhalteten. Hierfür wurden in der Studie Daten mit unterschiedlichen Methoden erhoben und entsprechend analysiert. Im Folgenden werden diese Ergebnisse und ihre Hauptaussagen zusammengefasst. Danach werden diese Ergebnisse im Zusammenhang mit der Theorie, den Hypothesen und den Forschungsfragen dieser Arbeit diskutiert. Hierbei werden Studien und Modelle hinzugezogen. Es folgt eine kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen, hierzu gehört auch die Methodenkritik. Abschließend soll erläutert werden, welche Bedeutung die Ergebnisse der Studie beispielsweise für naturwissenschaftliche Bildung, fachdidaktische Forschung oder Kooperationsvorhaben zwischen Universitäten und Schulen haben und was man aus ihnen schlussfolgern kann.

7.1 Darstellung und Zusammenfassung der Hauptergebnisse

7.1.1 Die Testate

Die Ergebnisse der Testate zeigen, dass es zwischen den drei Vergleichsgruppen (VG I, VG II und VG III) in der Gesamtsumme/-punktzahl der Testate keine signifikanten Unterschiede gibt. Bei Betrachtung der einzelnen Fragen und Bewertungen sind in jedem Testat dagegen schon einige signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zu finden.

In Posttest 1 und 2 beantworten alle Schüler*innen Frage F11 richtig und in Posttest 1 alle F6, somit kommt es zum Deckeneffekt (siehe Kapitel 5.1).

Bei der Itemanalyse wird die Frage F6 bei allen Analysen automatisch von SPSS ausgeschlossen, da sie „eine Varianz von null“ oder annähernd null aufweist. Folglich wird die Frage F6 aus der Skala entfernt. Außerdem werden in Posttest 1 aus dem gleichen Grund zusätzlich F5 und F11 von SPSS ausgeschlossen.

Bei der Itemanalyse von der Zusammenlegung des Prätests mit dem Posttest 1 werden F6 und F11 aus oben genanntem Grund ausgeschlossen. Zusätzlich werden die Fragen F7 und F10 von der Projektleiterin herausgenommen, weil sie eine geringe Trennschärfe haben. Nach Wegfall dieser vier Fragen bei der Analyse ergibt sich, in Anbetracht des Untersuchungsfeldes und der Gruppengrößen, eine akzeptable Reliabilität von $\alpha \geq 0,5$ (siehe Kapitel 6.5.5).

Bei den Trendlinien der Gesamtergebnisse hat die VG II im Mittel die steilste Steigerung, was ausgehend von ihrem Prätest den größten Lernzuwachs bedeutet.

Insgesamt betrachtet verbessert sich die Gesamtpunktzahl der VG I und der VG II auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ zwischen dem Prätest und dem Posttest 1. Für die VG III trifft das nicht zu, sie verbessern sich zwar, aber nicht signifikant. Die VG II verbessert sich auch signifikant zwischen dem Posttest 1 und 2 ($p \leq 0,01$), was auch zu ihrer Trendlinie passt (siehe Abb. 49). Die VG I und die VG II verbessern auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ ihre Gesamtpunktzahl zwischen Prätest und Posttest 2. Für die VG I können 38 % der besseren Ergebnisse durch den Zeitpunkt und somit durch die (Wirkung der) Intervention erklärt werden. Bei der VG II trifft das sogar auf über 60 % der Ergebnisse zu.

Die Schüler*innen der VG I und II bewerten das fächerübergreifende Modul im Schülerlabor (erste Intervention) auf einem Signifikanzniveau $p \leq 0,05$ mit besseren Noten als die VG III. Gründe dafür könnten zum Beispiel sein, dass die VG II sich auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ wohler im Schülerlabor fühlten als die VG III, ihnen gefiel die Gruppenarbeit im Schülerlabor besser und sie hatten nach der Intervention im Schülerlabor mehr Interesse am

Thema ‚Stadtklima‘ als die VG III. Die Schüler*innen der VG I bewerten ihre Gruppenarbeit in der Schule (zweite Intervention) auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG II.

Vor den Interventionen im Prätest ist die VG II nach eigenen Einschätzungen auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ im naturwissenschaftlichen Unterricht konzentrierter bei der Sache als die VG I und hat auch mehr Spaß an vielfältigen Unterrichtsangeboten. Außerdem gibt die VG II auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ an, mehr Gefallen am Differenzierungskurs zu haben als die VG I. Beide Gruppen mögen ähnliche Methoden. Allerdings bevorzugt die VG I als Methode um ein neues Thema zu bearbeiten, „Diskussionen im Kurs/Unterricht“, mehr als die VG II.

Zwischen den Gruppen gibt es auch einige Übereinstimmungen, zum Beispiel fanden die meisten Schüler*innen der VG I und VG II (die VG III hat diese Frage nicht gestellt bekommen), dass sie im ‚fächerübergreifenden Modul‘ „auch etwas fürs Leben gelernt haben“. Das Schülerlabor war spannend für sie und sie fanden es gut, dass sie im Schülerlabor verschiedene Dinge machen konnten.

Zwischen Mädchen und Jungen gibt es bei den Testaten kaum Unterschiede. Lediglich im Posttest 1 sind signifikante Unterschiede vorhanden. Hierbei erreichen die Mädchen auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ bei F6 mehr Punkte als die Jungs. Umgekehrt erreichen die Jungs bei F7 auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ mehr Punkte als die Mädchen. Der Effekt ist jeweils schwach bis mittel ($r \approx - 0,31$ bzw. $r \approx - 0,28$). Im Posttest 1 sind bei der Selbsteinschätzung zwei weitere Unterschiede vorhanden. Auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ schätzen bzw. benoten die Jungen ihr „Verständnis beim Experimentieren“ sowie das Gefühl „beim Arbeiten im Schülerlabor erfolgreich“ gewesen zu sein, besser (ein) als die Mädchen.

7.1.2 Die Concept Maps (Begriffsnetze)

Bei der Bewertung mit dem Auswertungsschlüssel (mit 4 Stufen) liegen alle Maps zwischen 50 und 100 % (siehe Anhang). Für eine weitere Analyse mit Venn-Diagrammen werden die Maps in zwei Gruppen geteilt, hierbei gelten alle Maps mit einer Bewertung über 75 % als Maps mit hoher Komplexität und alle Maps mit einer Bewertung ≤ 75 % als solche mit niedriger Komplexität. In die Gruppe mit Maps mit hoher Komplexität sind 28 von den 54 Maps einzuordnen und in die Gruppe mit niedriger Komplexität 26 Maps. Im Venn-Diagramm

überlappen sich die Analyse-Kategorien größtenteils bei der Gruppe mit den komplexeren Maps (siehe Abb. 60). 22 Schüler*innen (über 78 %) erreichen Stufe 3 oder 4 in allen Kategorien, während in der anderen Gruppe nur ein*e Schüler*in (3,85 %) in allen Kategorien Stufe 3 oder 4 erreicht (siehe Tab. 3). Bei der Gruppe der Schüler*innen mit den weniger komplexen Maps ist die Streuung im Venn-Diagramm viel höher (siehe Abb. 62). Am meisten Schwierigkeiten haben sie bei ‚Relationen und Prozesse‘ und ‚Struktur‘. Visuell bedeutet das, dass sie bei der Erstellung weniger Pfeile, Beschriftungen etc. verwenden, zudem ist die Struktur ihrer Maps in der Regel recht einfach gehalten, mit wenigen Verzweigungen und Kreisschlüssen.

Bei der Gesamtbetrachtung aller Schüler*innen gibt es keinen statistischen Unterschied zwischen Mädchen und Jungen, wenn es um die Erstellung und Bewertung der Maps geht. Bei der Einzelbetrachtung der Mittelwerte waren die Mädchen der VG I und der VG III in fast allen Kategorien tendenziell besser als die Jungen. Die Ausnahme bilden jedoch die Mädchen der VG II. Hier sind zwischen Mädchen und Jungen signifikante Unterschiede in den Kategorien ‚Relationen und Prozesse‘ und ‚Struktur‘ vorhanden. Die Jungen der VG II sind in diesen Kategorien auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die Mädchen der VG II.

Der Vergleich zwischen den Gruppen zeigt ebenfalls einige signifikante Unterschiede zwischen der VG II und den anderen beiden Gruppen. Es ist auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ wahrscheinlich, dass ein*e Schüler*in der VG I oder VG III eine bessere Map erstellt (im Sinne von mehr Punkten bzw. Prozente bekommt), als ein*e Schüler*in der VG II. Die Gruppenzugehörigkeit sowie die zweite Intervention haben somit einen mittleren bis starken Effekt auf die Gesamtpunktzahl und Leistung beim Erstellen der Maps. So lassen sich 25 % der Unterschiede zwischen VG II und VG III erklären und 43 % der Unterschiede zwischen VG II und VG I.

Insgesamt erreicht die VG I (85,83 %) im Durchschnitt in absoluten Prozentzahlen viel bessere Bewertungen als die VG II (65,23 %) und auch bessere Bewertungen als die VG III (80,16 %).

7.1.3 Die Typisierung

Die Typisierung mit $N = 27$ Schüler*innen durch Triangulation ihrer Selbsteinschätzungen mit ihren Testat- und Mapergebnissen, bringt zwei Haupttypen hervor:

- Typ A (N = 13; 48 %): ‚selbstbewusste‘ Schüler*innen, die neuen Lerninhalten und Aufgaben offen gegenüberstehen und als positive Herausforderungen wahrnehmen, welche ihnen (gut) gelingen, auch wenn sie sich eventuell etwas anstrengen müssen.
- Typ C (N = 10; 37 %): ‚besorgte‘ Schüler*innen, die sich Sorgen machen, dass sie mit neuen Lerninhalten und Aufgaben nicht zurechtkommen oder diese nicht verstehen.

Es gibt einen dritten Typen, Typ B (N = 4), der einen ‚Mischtyp‘ darstellt, aber auf weniger als 15 % der untersuchten Schüler*innen zutrifft und daher an dieser Stelle vernachlässigt wird.

Die Ergebnisse zeigen, dass die ‚besorgten‘ Schüler*innen (Typ C) in allen Testaten durchschnittlich weniger Punkte erreichten als die ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen (und auch als die ‚Mischtypen‘). Bei den Maps sind die ‚Selbstbewussten‘ ebenfalls besser als die ‚Besorgten‘, ihr Ergebnis ist im Schnitt über 11 % besser.

Während bei den ‚Selbstbewussten‘ das Verhältnis zwischen Mädchen und Jungen mit 46 % zu 54 % relativ ausgeglichen (mit einer Tendenz zu mehr Jungen) ist, gibt es bei den ‚Besorgten‘ 70 % Mädchen und nur 30 % Jungen. Ganz extrem zeigt sich diese Verteilung bei der VG II. Hier ist das Verhältnis bei den ‚Besorgten‘ mit 83 % Mädchen zu 17 % Jungen noch extremer als der Durchschnitt aller untersuchten Schüler*innen.

Ein weiteres Ergebnis ist etwas paradox. Die ‚Besorgten‘, Typ C, schätzen ihre Leistungen tendenziell besser ein bzw. überschätzen sich, während die ‚Selbstbewussten‘, Typ A, sich und ihre Leistungen tendenziell richtig einschätzen oder sogar teilweise unterschätzen. Dies deutet auf einen Dunning-Kruger-Effekt hin (Dunning & Kruger 1999).

Folgende Merkmale lassen sich festhalten für:

- Typ A: Zu den ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen der untersuchten Gruppe gehören tendenziell mehr Jungen, wobei das Verhältnis recht ausgewogen ist. Diese Schüler*innen können sich und ihre Leistungen in der Regel ganz gut einschätzen. Falls sie daneben liegen, unterschätzen sie sich eher, als dass sie sich überschätzen.
- Typ C: Wenn es um neue Lerninhalte geht, sind die ‚besorgten‘ Schüler*innen wesentlich häufiger Mädchen. Sie machen sich eher Sorgen, dass sie neue Lerninhalte nicht verstehen und Schwierigkeiten haben könnten. Jungen, die ‚besorgt‘ sind, schätzen sich und ihre Leistungen häufiger besser ein als sie sind und als die Mädchen dieser Gruppe es tun. Bei dieser Untersuchung erbringen die ‚Besorgten‘ schlechtere Ergebnisse bei allen Testaten und bei den Concept Maps.

7.1.4 Die Benotung der Schüler*innen und Zusammenfassung der Feedbackinterviews

In den Feedbackinterviews berichten die Schüler*innen der VG I und II, dass Vieles im Schülerlabor für sie neu war. Allerdings gab es auch Themen, wie die Fotosynthese, die ihnen bereits bekannt waren. Laut ihren Aussagen hat ihnen das Arbeiten und Experimentieren im Labor viel Spaß gemacht, vor allem weil ihr Eigenanteil hoch war. Allerdings hatten sie hin und wieder Zeitdruck, was ihnen nicht so gut gefallen hat. Dennoch haben sie den Eindruck, einen guten Überblick über das Thema ‚Stadtklima‘ bekommen zu haben. Die soziale Form (Kleingruppen) sowie das Material (Arbeitsblätter, Laborzubehör etc.) sowie die Arbeit mit und Anleitung durch die studentischen Betreuer*innen bewerten sie im Interview größtenteils positiv. Sie stellen fest, dass das Thema ‚Stadtklima‘ spannender ist als anfänglich vermutet, und dass es nützlich ist für die Zukunft, da es Bezüge zum Alltag hat und ein Thema ist, was alle angeht. Sie finden es dennoch relativ komplex und weisen darauf hin, dass es förderlicher wäre, es an mehr als vier bis fünf Tagen zu behandeln.

Diese drei Experimente sind bei den Schüler*innen beliebt:

- Erneuerbare Energie
- Grünes Köln
- Kölner Stadtmodell

Diese drei sind weniger beliebt bei den Schüler*innen:

- Stadt unter einer Glasglocke
- Kölner Oberflächen
- Kölner Luft

Neben den Interviews haben alle Schüler*innen (N = 52, nach listenweisem Fallausschluss im Posttest 1 und 2) das ‚fächerübergreifende Modul‘ nach der jeweiligen Durchführung bewertet und auch sich selber eingeschätzt. Die Schulphase haben die VGs I und II (N = 29 nach listenweisem Fallausschluss im Posttest 1 und 2) ebenfalls nach der jeweiligen Durchführung bewertet und sich selber eingeschätzt.

Die Ergebnisse der Benotungen im Posttest 1 zeigen, dass die Schüler*innen der VG III die ‚Experimentiertage‘ im Schülerlabor mit der Durchschnittsnote 3 + mittelmäßig und von allen Vergleichsgruppen am schlechtesten benotet haben (vgl. B1 Posttest 1). Die Schüler*innen der VG I bewerten die ‚Experimentiertage‘ mit 2 + und die Schüler*innen der VG II sogar mit 1 – (der Mittelwert ist die Note 2). Im Durchschnitt haben alle Schüler*innen sich im Schülerlabor

wohl gefühlt (Note 2), am ehesten aber die Schüler*innen der VG II (Note 1 -). Im Durchschnitt geben alle Schüler*innen an, die Experimente gut verstanden zu haben und mit ihrem Vorwissen gut ausgekommen zu sein (Note jeweils 2). Vor dem ‚fächerübergreifenden Modul‘ im Schülerlabor war ihr Interesse am Thema ‚Stadtklima‘ im Durchschnitt mittel bis nicht so groß (Note 3 -). Nach den Experimentiertagen ist das Interesse um eine ganze Note gestiegen (von 3 – auf 2 -). Eine Veränderung gibt es hierbei in der VG I. Waren sie vorher am wenigsten interessiert, sind sie nach der Intervention an zweiter Stelle. Die geringste Steigerung gab es bei der VG III nach der Intervention (von 3 auf 3 +), was zu ihren Angaben bei B1 passt. Die Mitarbeit der Gruppe sowie die eigene (Mitarbeit) bewerten alle Schüler*innen durchschnittlich gut (Note 2 + und 2). Außerdem fühlten sich alle im Schnitt relativ erfolgreich (Note 2 -). Die Gruppenarbeit und das eigenständige Arbeiten (Note 2) gefielen ihnen im Schnitt gut, wobei die Gruppenarbeit etwas besser bewertet wurde (Note 2 +).

Die (Projekt-)Phase in der Schule gefällt den Schüler*innen der VG I und der VG II gleichermaßen gut (Note 2 +). Die VG III hat diese Phase nicht gehabt, daher konnte sie keine Bewertung dazu abgeben. Die Schüler*innen geben an, ihr Vorwissen aus den Experimentiertagen in der Schulphase gut (Note 2) nutzen zu können. Im Durchschnitt hatten sie nach der Intervention im Schülerlabor alle noch Lust an dem Thema ‚Stadtklima‘ weiter zu arbeiten (Note 2). Die Inhalte ihrer einzelnen Projekte haben sie hierbei nach eigenen Angaben durchschnittlich gut bis sehr gut verstanden (Note 1 -). Nach der Projektphase in der Schule bewerten sie das Projekt noch ein bisschen positiver (Durchschnittsnote 2 +), wobei die VG I (Note 1 -), die offene Projektarbeiten hatte, diese Phase im Nachhinein durchschnittlich positiver bewertet als die Schüler*innen der VG II (Note 2 +). Die Mitarbeit der Gruppe sowie die eigene Mitarbeit werden in der Schulphase von beiden Gruppen etwas besser bewertet (Durchschnittsnoten 1 – und 2 +). Das kreative Arbeiten (Durchschnittsnote 1 -) sowie die erreichten Ergebnisse der Gruppe (Durchschnittsnote 2 +) werden von den Schüler*innen durchschnittlich mit gut bis sehr gut bewertet, wobei die VG I beide Aspekte jeweils ein bisschen besser bewertet. Die meisten Schüler*innen fanden das K.Ö.L.N.-Projekt so interessant, dass sie gerne öfter an solchen Projekten teilnehmen würden. Dies und den Spaßfaktor bewerten sie mit der Durchschnittsnote gut (2 +). Die meisten sind ebenfalls der Meinung, dass sie nun viel über das Stadtklima wissen und viele Prozesse des Stadtklimas gut verstanden haben, diese Aspekte bewerten die Schüler*innen mit 2 +. Viele der Schüler*innen sind nach dem K.Ö.L.N.-Projekt der Meinung, dass jeder etwas für das Klima der Stadt tun kann und sie möchten sich weiterhin für ihre lokale Umwelt engagieren. Die Zustimmung in diesen Punkten ist gut (Note 2 +).

7.1.5 Die Experteninterviews

In den Experteninterviews berichtet die Lehrerin von ihren Beobachtungen, Erkenntnissen, Schlussfolgerungen nach der ersten und zweiten Durchführung des K.Ö.L.N.-Projekts.

Nach der ersten Durchführung mit der Vergleichsgruppe I bringt die Lehrerin im Interview zum Ausdruck, dass sie vor allem von den Ergebnissen der eigenen, selbstständig entwickelten (Schul-)Projekte der Schüler*innen begeistert ist („(...) in welcher hoher Qualität die das auch gemacht haben (...), da haben die sich wirklich reingekniet.“, (siehe Erstes Experteninterview im Anhang)). Im Allgemeinen hält sie die Ergebnisse für gut. Sie äußert jedoch, dass die Schüler*innen sehr viele Aspekte bearbeitet haben und sie daher nicht glaubt, dass die Schüler*innen Zusammenhänge hergestellt haben. Die Maps zeigen ein anderes Ergebnis.

Das Projekt und dessen Konzept gefallen der Lehrerin so gut, dass sie gerne wieder teilnehmen möchte. Allerdings macht sie darauf aufmerksam, dass bei der Planung auf die Stundenpläne und enge Zeitplanung der Schulen geachtet werden müsse. Alternativ schlägt sie auch Kooperationen zwischen Schulen und Universität vor, bei denen die Studierenden mit mobilen Stationen in die Schulen gehen könnten.

In ihren Augen spricht das K.Ö.L.N.-Projekt mit dem Thema ‚Stadtklima‘ Inhalte an, die auf dem ersten Blick nicht unbedingt interessant für Schüler*innen und Lehrer*innen wirken, aber bei näherer Beschäftigung (wie im K.Ö.L.N.-Projekt) doch sehr wichtig, spannend und fächerübergreifend sind. Nach Durchführung des Projekts (als Beobachterin und Beraterin beteiligt) möchte die Lehrerin dem Thema ‚Stadtklima‘ in Zukunft mehr Bedeutung beimessen („Das war mir selber nicht so bewusst, (...) wie wichtig die Inhalte sind.“, (siehe Erstes Experteninterview im Anhang)).

Zum Schluss stellt sie fest, dass sie es „wirklich auch schön fand das (Projekt) mitzumachen. Und wie gesagt, eben Themen angesprochen wurden, die ich so nicht in den Unterricht eingebracht hätte. (...). Wir werden es nie in den Biologieunterricht integrieren können, aber gerade für den Differenzierungsbereich, denke ich schon, ist das ein wunderschönes Thema.“

Nach der zweiten Durchführung mit der Vergleichsgruppe II zieht die Lehrerin im Interview einige Vergleiche zwischen den beiden Gruppen. In ihren Augen waren die Schüler*innen der VG I ernsthafter und eifriger bei der Sache als die VG II. Letztere empfand sie als abgelenkter und verspielter, vor allem die Jungen. Die Lehrerin trägt vor, dass die VG II mit mehr Themen in Kontakt gekommen ist und die Möglichkeit hatte sich breiter zu informieren als die VG I. Dennoch glaubt sie, dass die VG II etwas überfordert war, obwohl es sich um die gleiche

Jahrgangsstufe handelt. Sie begründet dies mit dem Zeitpunkt der Durchführung und der Komplexität des Themas. Die VG I hat das Projekt am Ende der achten Klasse gemacht, während die VG II es am Anfang der achten Klasse gemacht hat. Sie glaubt, die Schüler*innen der VG II haben es nicht geschafft die Inhalte so gut zu vernetzen wie die Schüler*innen der VG I. Dies macht sie zum einen an den Mappen (mit den Arbeitsblättern aus dem Schülerlabor) der Schüler*innen fest und zum anderen daran, dass sie den Auftrag bei ihren Präsentationen in der Schule „einen Bezug zu der Stadt Köln herzustellen“ nicht umgesetzt haben. Sie vermutet, dass sie Schüler*innen der VG II noch nicht die Bereitschaft bzw. Möglichkeit hatten etwas abstrakter zu denken, und dass sie wahrscheinlich mehr Zeit dafür gebraucht hätten. Außerdem lernen die Schüler*innen erst im Laufe der achten Klasse, dass sie mehr Verantwortung für ihre Vorträge übernehmen müssen, somit hatte die VG I auch hier einen Vorsprung. Eventuell hätte die VG II stärker gelenkt werden müssen.

Die Lehrerin glaubt, dass die Schüler*innen beider Gruppen durch das Projekt an Wissen dazu gewonnen haben, allerdings hält sie die VG I auch in Hinsicht auf das Experimentieren für selbstständiger. Insgesamt glaubt sie, dass die Schüler*innen der VG I das Gesamtthema besser erfasst haben als die Schüler*innen der VG II. Dies begründet sie vor allem mit den Projektarbeiten in der Schule, bei denen die Schüler*innen der VG I sich intensiver mit einem Teilgebiet des Stadtklimas und mithilfe unterschiedlicher Methoden kreativ auseinandersetzen und präsentierten.

Aus den letzten Sätzen geht hervor, dass Vieles auch von der Gruppenkonstellation, dem Alter der Schüler*innen bzw. dem Zeitpunkt im Schuljahr abhängig ist. Da laut der Lehrerin in dem Lebensabschnitt ein halbes Jahr schon sehr entscheidend sein kann, ist sie überzeugt, dass die Schüler*innen der VG I selbstverantwortlicher waren und mehr aus dem Projekt mitgenommen haben als die Schüler*innen der VG II.

Die Lehrerin erläutert, dass sich, wie bei der VG I, das Aufsuchen eines außerschulischen Lernortes und die Auseinandersetzung mit den Themen positiv auf die Schüler*innen und ihre Motivation auswirkt und somit ihr Selbstbewusstsein steigert. Der Besuch an der Universität ist hier etwas Besonderes und nimmt hier laut der Lehrerin für ihre Schüler*innen einen hohen Stellenwert ein. Die Lehrerin stellt fest, dass die Schüler*innen gerne ins Schülerlabor gekommen sind. Auch die Arbeit in Kleingruppen mit den studentischen Betreuer*innen hat den Schüler*innen gefallen. Sie schätzt die Motivation bei beiden Gruppen insgesamt sehr hoch ein.

Auch zwischen den studentischen Betreuer*innen der beiden Durchgänge zieht die Lehrerin Vergleiche. Sie hätte sich von den studentischen Betreuer*innen im zweiten Durchgang (mit

den Schüler*innen der VG II) gewünscht, dass sie besser vorbereitet gewesen wären. Sie empfand sie gegenüber den Betreuer*innen des ersten Durchgangs (mit den Schüler*innen der VG I) als unbeholfener und unsicher. Sie haben die Schüler*innen sehr eng geführt und ihnen wenig Freiraum beim Experimentieren gelassen. Dennoch schätzten die Schüler*innen die Mühen der studentischen Betreuer*innen und gaben zu verstehen, dass sie erkennen, wieviel Mühe hinter dem Projekt steckt.

Die Lehrerin schätzte den Kontakt mit der Projektleiterin und die Transparenz während der Zusammenarbeit im Projekt sehr. Ihr gefiel die ausführliche Nachbereitungsstunde im zweiten Durchgang gut und sie empfiehlt dies bei weiteren Projektdurchführungen beizubehalten.

Die Lehrerin ist weiterhin zufrieden mit der Umsetzung und den Ergebnissen des Projekts. Ihr Wunsch nach einer engeren Zusammenarbeit hat sich verstärkt. Sie glaubt an das Zukunftspotenzial des Projekts und kann sich vorstellen, dass Kooperationen mit weiteren Schulen aus der Umgebung der Universität entstehen könnten. Sie wünscht sich eine bessere Vernetzung zwischen Schulen und den universitären Didaktiken, unter anderem um den Studierenden eine bessere Vorbereitung zu bieten und den Übergang zwischen Studium und Referendariat zu erleichtern. Obwohl das Thema ‚Stadtklima‘ im Lehrplan eher in der Geographie zu verankern ist, hat die Lehrerin es mit dem Verweis auf das K.Ö.L.N.-Projekt in den internen Lehrplan der Schule für den naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs aufgenommen.

7.1.6 Die Feedbackbögen der studentischen Betreuer*innen

Die studentischen Betreuer*innen nehmen viele unterschiedliche Eindrücke, Erkenntnisse und Erfahrungen mit. Viele hatten sich noch nie mit Experimenten beschäftigt, sie angeleitet oder sogar durchgeführt. Viele der Betreuer*innen geben an, dass sie etwas über die Methodik, Inhalte, zeitliche Organisation und die Praxisorientierung gelernt haben. Besonders über das ‚Stadtklima‘ haben sie viele neue Erkenntnisse erlangt. Sie konnten vor allem ihre fachwissenschaftlichen und methodischen Kompetenzen erweitern. Ihre Kompetenzen in den Bereichen Kommunikation und Bewertung wurden sicherlich auch durch die enge Arbeit mit den Schüler*innen gefördert und erweitert.

Für ihren eigenen Unterricht später haben sie ebenfalls einige Erkenntnisse mitgenommen. Zum Beispiel, dass es sich lohnt zu versuchen die reale Welt der Schüler*innen mit dem Lernstoff zu verknüpfen. Sie haben erfahren, dass man Schüler*innen mit Experimenten aktivieren und

motivieren kann. Sie geben an, dass sie gelernt haben zu improvisieren und wie man Unterricht auch mit selbstentwickelten und -gebauten Materialien gestalten kann. Außerdem haben sie gelernt, dass die Heterogenität der Schüler*innen eine wichtige Planungsgrundlage ist. Sie benoten den Spaß an der eigenen Mitarbeit im Projekt mit 1,7. Außerdem möchten 90 % von ihnen die Materialien und/oder die Inhalte des Projekts in ihrem zukünftigen Unterricht anwenden (der Chi²-Test zeigt, dass dies auf einem Signifikanzniveau von p = 0,01 kein Zufall ist).

Die studentischen Betreuer*innen bewerteten im Anschluss an das ‚fächerübergreifende Modul‘ die Stationen. Die Schüler*innen bewerteten diese ebenfalls. Die Tabelle und die Diagramme zeigen, dass es Unterschiede zwischen ihnen gibt. in der Bewertung gibt.

Ranking von 1 (bestes Experiment) bis 6 (schlechtestes Experiment)	Anordnung der Schüler*innen, N = 31	Anordnung der studentischen Betreuer*innen, N = 10
1	Erneuerbare Energie	Kölner Stadtmodell
2	Grünes Köln	Erneuerbare Energie
3	Kölner Stadtmodell	Stadt unter einer Glasglocke
4	Kölner Oberflächen	Grünes Köln
5	Stadt unter einer Glasglocke	Kölner Oberflächen
6	Kölner Luft	Kölner Luft

Tab. 6: Ranking und Abstimmung der Schüler*innen über die Stationen. Eigene Tabelle.

Es gibt nur eine Übereinstimmung, ‚Kölner Luft‘ wird von den studentischen Betreuer*innen und den Schüler*innen auf Rang sechs gewählt. Bei den Stationen ‚Kölner Stadtmodell‘, ‚Grünes Köln‘ und der ‚Stadt unter einer Glasglocke‘ gab es zwischen ihnen mit je zwei Rängen die größten Unterschiede. Während das ‚Kölner Stadtmodell‘ bei den studentischen Betreuer*innen am beliebtesten war, erreicht es bei den Schüler*innen nur Rang drei. Dafür erreicht ‚Grünes Köln‘ bei ihnen Rang zwei und bei den studentischen Betreuer*innen nur Rang vier. Die ‚Stadt unter einer Glasglocke‘ ist bei ihnen auf Rang drei und bei den Schüler*innen auf Rang fünf.

Die studentischen Betreuer*innen sehen Experimente insgesamt als sinnvolle Bereicherung für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Aufgrund des hohen Praxisbezugs und den Blick über den Tellerrand durch die fächerübergreifende Bearbeitung des Themas würden alle studentischen Betreuer*innen das K.Ö.L.N.-Projekt an alle Studierenden mit einem naturwissenschaftlichen Fach weiterempfehlen.

7.2 Diskussion der Ergebnisse im Zusammenhang mit den Forschungsfragen, Hypothesen und der Theorie

In Hinblick auf die Ziele und Fragestellungen dieser Arbeit und damit einhergehend auf das K.Ö.L.N.-Projekt stehen die Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung bzw. Methoden sowie die Gestaltungs- und Handlungskompetenz hier im Vordergrund. Die Kompetenzen Bewertung und Kommunikation sind aber auch von Bedeutung. Im Allgemeinen hat das Prä-Post-Follow-up-Design der Studie ermöglicht, dass an verschiedenen Stellen im Projekt Tests stattfinden, deren Ergebnisse nahelegen, dass eine Förderung und Erweiterung der genannten Kompetenzen im Projekt stattgefunden hat. Außerdem ist durch die Ergebnisse der Mapanalyse anzunehmen, dass eine Vernetzung der Inhalte bis zu einem gewissen Grad (in Abhängigkeit zur jeweiligen Intervention) stattgefunden hat. Die Typisierung zeigt, dass es bei den untersuchten Schüler*innen eine Art Korrelation zwischen ihrem Selbstbewusstsein sowie ihrer Disposition und ihren Leistungen bei den Testaten gibt. Die Interviews und Lernprodukte unterstreichen hierbei die oben genannten Ergebnisse und zeigen verschiedene Aspekte und die verschiedenen Perspektiven der Akteure auf. Im Folgenden werden die Hauptergebnisse in Zusammenhang mit den Forschungsfragen, Hypothesen und Zielen dieser Arbeit (siehe Kapitel 1.2.2) und des Projekts diskutiert, hierbei werden die vorgestellte Theorie und andere Studien eingebunden.

7.2.1 Diskussion der Testate

Die Testatergebnisse zeigen deutlich, dass alle Vergleichsgruppen durch die erste Intervention, das fächerübergreifende Modul, sich mehr (Fach-)Wissen angeeignet haben. Die VG I und die VG II zeigen im Posttest 1 signifikant bessere Leistungen als im Prätest. Durch die zweite Intervention erfolgt ein erneuter Lernzuwachs bei beiden Gruppen. Auch hier ist bei der VG II ein signifikant besseres Ergebnis im Posttest 2 als Posttest 1 zu verzeichnen. Die Testatergebnisse der VG I und der VG II haben sich zwischen Prätest und Posttest 2 demzufolge auch signifikant verbessert. Die VG III ist schon mit dem meisten Vorwissen in das Projekt gekommen, was ein Grund dafür sein könnte, dass es bei ihnen keine signifikante Verbesserung gab. Bei den einzelnen Wissensfragen in den Testaten gibt es insgesamt betrachtet im

Durchschnitt kaum signifikante Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen. Dies trifft auch auf den Vergleich zwischen Mädchen und Jungen zu. Die wenigen Ausnahmen wurden in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben.

Da vorher nicht viel über die Schüler*innen, der Wirkung der Interventionen sowie anderer Einflüsse bekannt war und die Stichproben sehr klein waren, bringt die Analyse der Testate gute Ergebnisse hervor.

Denn obwohl die Schüler*innen aus verschiedenen Kohorten stammen sollte das Wissens- und Lernniveau einer Klasse bzw. eines Kurses aufgrund des gleichen Alters, der gleichen schulischen sowie bildungstechnischen Voraussetzungen und des ähnlichen sozialen Hintergrunds relativ gleich sein.

Mit diesen Ergebnissen können die erste Hypothese:

1. *Hypothese: Das Projekt, insbesondere das ‚fächerübergreifende Modul‘, führt zu einer Verbesserung des Wissens über das Stadtklima bei den Schüler*innen.*

und die dritte Hypothese:

3. *Hypothese: Eine anschließende (themenzentrierte) Projektarbeit in der Schule ist (für eine gute Vernetzung der Inhalte) förderlicher als ‚schulischer Unterricht‘ zum Thema.*

zum Teil unterstützt werden.

Die erste Hypothese kann ganz unterstützt werden, da die Analyse und die Ergebnisse der Daten im Kapitel 6.1 zeigen, dass das ‚fächerübergreifende Modul‘ und das ganze Projekt bei Schüler*innen zu einer Verbesserung des Wissens über das Thema ‚Stadtklima‘ führen. Da viele Schüler*innen sich im Posttest 2 gegenüber dem Prätest signifikant verbessert haben, ist davon auszugehen, dass sie zumindest zum Teil Konzepte und Prozesse des Stadtklimas erkennen, erklären, anwenden und eventuell Beziehungen zwischen ihnen herstellen können. Die durchschnittliche Steigerung der Punktzahl von Test zu Test legt nahe, dass die Interventionen eine positive Wirkung auf die Wissensentwicklung der Schüler*innen haben unabhängig von der Gruppen- oder Kurszugehörigkeit wie auch vom Geschlecht. Wie in Kapitel 7.2.2. erläutert wird, verhält es sich bei den Maps anders.

Die dritte Hypothese lässt sich vorerst nur teils unterstützen, da man für die Bestätigung dieser beispielsweise das (Vor-)Wissen, das vernetzende Denkvermögen, die Handlungen, die

Motivation, die Kreativität, die Selbsteinschätzung bzw. das Selbstbewusstsein etc. der Schüler*innen in Betracht ziehen sollte. Die dritte Hypothese findet daher durch die Map- und Interviewergebnisse weitere Unterstützung.

7.2.2 Diskussion der Maps

Bei den Maps sind in manchen Analysekatogorien sowie in der Gesamtwertung sowohl zwischen den Vergleichsgruppen als auch zwischen Mädchen und Jungen signifikante Unterschiede vorhanden. Auffällig ist der Unterschied zwischen der VG II und den anderen beiden Gruppen. In allen Analysekatogorien, bis auf die numerische Analyse, erreichen sie deutlich weniger Punkte als die anderen beiden Gruppen. Bei genauerer Betrachtung der Daten ist aufgefallen, dass dies hauptsächlich an den Ergebnissen der Mädchen der VG II liegt. Die Analysen ergeben, dass sie für die Darstellung der Relationen zwischen den Stadtklima-Elementen sowie den Prozessen des Stadtklimas auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ weniger Punkte erreichten als die Jungen der VG II. Bei der strukturellen Visualisierung ihrer Maps und der Gesamtpunktzahl verhält es sich ähnlich.

Bei den anderen beiden Gruppen zeigen sich diese Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen nicht. Demzufolge ist hier die plausibelste Erklärung, dass die Mädchen der VG II generell in ihrem Wissen und im Vernetzungsgrad zum Thema schwächer sind. Es gibt aber weitere plausible Erklärungen, zum Beispiel die Instruktion bei dieser Aufgabe, die nach der Erstellung einer Mindmap fragt (und nicht nach einer Concept Map), was einen ‚Wording-Fehler‘ der Projektleiterin darlegt. Einige Mädchen der VG II haben eventuell genau diese Instruktion befolgt und nicht beachtet, dass auch Verbindungen zwischen den Begriffen geknüpft werden sollten, um Relationen und Prozesse darzustellen. Die Folge ist, dass die einfache Struktur der Mindmaps, ohne Kreisschlüsse, Prozessbeschreibungen etc., dafür sorgt, dass sie in den unterschiedlichen Kategorien durch das Analysetool niedrig eingestuft werden und eine niedrige Gesamtpunktzahl für ihre Map erhalten. Gegen diese Erklärung spricht allerdings, dass keines der anderen Mädchen (oder Jungen) der anderen Vergleichsgruppen ihre Map in Form eines Mindmaps erstellt haben. Eine andere Vermutung ist, dass die VG II zu einem unbekanntem Zeitpunkt in der Schule Mindmaps gut geübt hat und dies den Schüler*innen noch sehr präsent war, so dass diese Umsetzung nahelag. Da die Jungen dieser Gruppe allerdings auch keine Mindmaps erstellten, erscheint die erste beziehungsweise die zweite Erklärung eher passend. Festzuhalten bleibt, dass diese Mädchen das durchschnittliche Gesamtergebnis der

VG II senken, was mit Sicherheit zu den signifikanten Unterschieden zwischen der VG II und den anderen beiden Gruppen beiträgt.

Ein weiterer Aspekt, auf den die Unterschiede zwischen der VG II und der VG III zurückgeführt werden kann, ist der Zeitpunkt der Erstellung der Concept Maps (und des Absolvierens des ersten Abtestats). Während die Schüler*innen der VG III ihre Maps wenige Tage nach der ersten Intervention, das ‚fächerübergreifende Modul‘ im Schülerlabor, erstellten, erstellten die Schüler*innen der VG II ihre Maps (ähnlich wie die VG I) erst nach einer vier- bis fünföchigen zweiten Intervention in der Schule.

Dies könnte bedeuten, dass den Schüler*innen der VG III mögliche Verbindungen und Vernetzungen innerhalb des Themas ‚Stadtklima‘ durch die zeitliche Nähe zur Laborphase präsenter waren. Zieht man ihre Testate hinzu, in denen sie im Prätest und Posttest 1 im Mittel immer die beste Gruppe waren, gewinnt man den Eindruck, die bessere Vernetzung könnte zusätzlich mit ihrem besseren (Vor-)Wissen zusammenhängen und nicht zwangsläufig mit der Intervention, vor allem, weil die Mittelwerte zeigen, dass sie bei den Maps in den verschiedenen Analysekatoren immer etwas schlechter waren als die VG I, welche bei den Maps die besten Vernetzungsergebnisse zeigte.

Eine der wichtigsten Erkenntnisse bei der Untersuchung der drei Vergleichsgruppen ist, dass der Zeitpunkt der Intervention im Schuljahr höchstwahrscheinlich eine Rolle spielt. Die VG II zeichnet sich dadurch aus, dass sie zum frühesten Zeitpunkt (Mitte des ersten Halbjahrs) im Schuljahr am Projekt teilgenommen hat, während die anderen beiden Vergleichsgruppen das Projekt im zweiten Halbjahr, zum Ende des Schuljahres, durchgeführt haben. Im Experteninterview mit der Lehrerin findet sich hierfür möglicherweise eine gute Erklärung. Hier erklärte sie, dass ihre Schüler*innen erst ab dem achten Schuljahr gezielt Präsentationen und Projektarbeiten üben (siehe Interviews im Anhang). Eventuell trifft das auch auf Mapping-Verfahren und andere Methoden zu. Die VG II konnte eventuell die Inhalte aus dem Labor mit den Inhalten aus dem darauffolgenden Unterricht und ihren Projekten zu Hause nicht gut verknüpfen, weil es für sie noch zu abstrakt war bzw. für sie kein eindeutiger (inhaltlicher) Zusammenhang bestand. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass die Schüler*innen der VG I und III, durch einen ‚zeitlichen Vorsprung‘ (etwa ein halbes Jahr) mehr Erfahrung und Übung darin hatten Präsentationen zu halten, Projektarbeit zu erstellen und gegebenenfalls in vielleicht weiteren Methoden, was vermutlich zu besseren Ergebnissen führte. Möglicherweise vollzieht sich bei den untersuchten Gruppen ein wichtiger kognitiver Entwicklungsschritt in diesem (achten) Schuljahr. Beim Vergleichen der Maps zeigt sich, dass die VG I und VG III nicht nur

bessere Vernetzungsergebnisse bei den Maps haben als die VG II, sondern diese auch komplexer darstellen.

Zieht man die Metaanalyse von John Hattie (2008) heran, haben bei der Subdomäne „Hintergrund (des Lernenden)“ Faktoren wie die ‚Kognitive Entwicklungsstufe‘ (nach Piaget) ($d = 1,28$) einen überaus hohen Effekt auf das Lernen und auch das ‚Vorausgehende Leistungsniveau‘ ($d = 0,67$) soll einen hohen Effekt haben. Bei den untersuchten Vergleichsgruppen in dieser Arbeit kann man aufgrund des sozialen und schulischen Hintergrunds (siehe Kapitel 4.2.3) davon ausgehen, dass das ‚Vorausgehende Leistungsniveau‘ im Allgemeinen so gut ist, dass die Schüler*innen die Aufgaben im Projekt gut lösen konnten und einen entsprechenden Lernzuwachs hatten. Allerdings ist es möglich, dass die ‚Kognitive Entwicklungsstufe‘ die Ergebnisse bei den Maps insofern beeinflusst hat, dass die Schüler*innen der VG II (insbesondere die Mädchen?) noch nicht so gut mit teils abstrakten Inhalten und deren Verknüpfung umgehen konnten. Nach Piaget’s Entwicklungsstufenmodell könnte das bedeuten, dass einige der Schüler*innen noch in der ‚konkret-operationalen Phase‘ stecken oder sich gerade im Übergang zur ‚formal-operationalen Phase‘ befinden, während die Schüler*innen der VG I und VG III sich größtenteils bereits in Letzterer befinden (Piaget & Inhelder, 1972). Nach Piaget und somit nach Hattie (2008) hieße, dass das die Schüler*innen der VG I und der VG III eher in der Lage sind, hypothetisch und abstrakt zu denken sowie wissenschaftlich rational zu sein, als die Schüler*innen der VG II, welche eher noch kategorisieren und logisch, aber nicht abstrakt, denken.

Der oben erwähnte nicht eindeutige Zusammenhang oder auch die zu hohe Abstraktheit der Inhalte für die Schüler*innen der VG II in den verschiedenen Phasen, könnte auch bedeuten, dass die Schulphase (eher Frontalunterricht mit Arbeitsphasen) sich negativ auf ihre Vernetzung (der Inhalte) ausgewirkt hat. Es ist denkbar, dass die Inhalte der Schulphase bei der VG II das im Labor Gelernte überdeckte beziehungsweise zu viele Unterthemen im Unterricht angerissen worden sind, ohne viele sinnvolle Verknüpfungen herzustellen. Die Schüler*innen der VG II bekamen in der Schulphase nicht die Gelegenheit sich auf einen Themenbereich zu fokussieren und diesen zu vertiefen (vertikale Vernetzung), vielmehr bekamen sie ein breites Spektrum (horizontales Angebot) mit mutmaßlich nicht sehr offensichtlichen Verknüpfungen geboten. Ganz im Gegensatz zu der VG I, deren Schulphase sich stark von der Schulphase der VG II unterscheidet. Wie schon in vorherigen Kapiteln erwähnt, lernten und arbeiteten die Schüler*innen der VG I an Projekten zu einem Bereich des Themas ‚Stadtklima‘ (unter der Leitfrage: ‚Wie sieht deine Stadt Köln im Jahre 2050 aus?‘) selbstreguliert und kreativ. Es ist

aufgrund dessen und aufgrund der Bewertungsfragen in den Testaten davon auszugehen, dass die Schüler*innen der VG I motivierter waren und sich durch die selbst gewählten Themen und Methoden mehr und anders mit dem Thema auseinandergesetzt haben.

Durch die Fokussierung auf ein bestimmtes Gebiet und das selbstregulierte Lernen konnten sie für sich vermutlich bessere Verknüpfungen herstellen und Anknüpfungspunkte zu dem im Labor Gelernten finden. Da der VG I im Schnitt die besten Concept Maps gelungen sind, ist es sehr wahrscheinlich, dass sie eine bessere Vernetzung der Themeninhalte haben.

Nach Hattie (2008) haben die ‚Kreativitätsförderung‘ ($d = 0,65$) und die ‚Kreativität‘ ($d = 0,35$) einen hohen bzw. mittleren Effekt auf das Lernen (<https://visible-learning.org/de/hattie-rangliste-einflussgroessen-effekte-lernerfolg/>, letzter Zugriff: 26.03.2019). Im Projekt spielt Kreativität und die Förderung derselben vor allem für die VG I eine Rolle. Allerdings hat diese hier, ähnlich wie von Hattie (2008) interpretiert, nur einen mittleren bis geringen Effekt auf das Lernen. Die VG I zeigt zwar bessere Ergebnisse bei den Maps, vor allem aber erkennen die Schüler*innen Zusammenhänge und vernetzen mehr als die VG II, allerdings ist der Wissenszuwachs (in Testaten) bei der VG II größer (aber nicht signifikant). Somit lässt sich vermuten, dass das kreative Arbeiten die VG I motiviert und den Schüler*innen Zusammenhänge deutlicher gemacht hat, die sie vermutlich mit dem Schwerpunkt ihrer jeweiligen Projektarbeit assoziieren.

Bezieht man die Ergebnisse auf die Hypothesen, lassen sich zwei der vier Hypothesen unterstützen.

Die zweite Hypothese:

- 2. Hypothese: Das Projekt (im Allgemeinen) führt zu einer Verbesserung des vernetzten Denkens.*

Und die dritte Hypothese:

- 3. Hypothese: Eine anschließende (themenzentrierte) kreative Projektarbeit in der Schule ist (für eine gute Vernetzung der Inhalte) förderlicher als ‚schulischer Unterricht‘ zum Thema.*

Die zweite Hypothese kann unterstützt werden, da die Analyse und die Ergebnisse der Daten in diesem Kapitel zeigen, dass das Projekt im Allgemeinen zu einer Verbesserung des

vernetzten Denkens führt. Obwohl keine Maps im Vorfeld bzw. im Prätest, von den Schüler*innen erstellt werden, kann davon ausgegangen werden, dass ihr vernetztes Denken durch die Interventionen erweitert bzw. verbessert wird. Dieser Aussage liegt zugrunde, dass die Prätests zeigen, dass die Schüler*innen über etwas Faktenwissen und Alltagswissen zum Thema ‚Stadtklima‘ verfügen. Da ‚Stadtklima‘ aber noch nicht im Schulunterricht thematisiert wurde und wahrscheinlich auch privat kein Thema für sie ist, können wenig konzeptuelles Wissen sowie systemische Vernetzungen (im Sinne der prozeduralen und multidimensionalen naturwissenschaftlichen Grundbildung) zum Thema angenommen werden. Nach der ersten Intervention und vor allem nach der zweiten Intervention zeigen die Testate eine (signifikante) Verbesserung des Wissens der Schüler*innen, das geht einher mit einem verbesserten Verständnis für die Begriffe, Prozesse und Konzepte hinter der Thematik. Die Maps dienen unter anderem der Strukturierung von Erkenntnissen und sind eine gute und geeignete Form konzeptuelles Wissen zu visualisieren. Die sinnvoll angewendeten Verbindungen spiegeln wieder, dass die Schüler*innen einige (komplexe) Prozesse verstanden haben.

Im Stufenmodell der naturwissenschaftlichen Grundbildung („scientific literacy“) nach Bybee (1997) kann nach Betrachtung der Testate davon ausgegangen werden, dass die meisten Schüler*innen sich beim Thema ‚Stadtklima‘ zu Beginn des Projektes auf der ersten Stufe (Alltagswissen) oder der zweiten Stufe (Begriffe und Strukturen) befinden. Nach der ersten Intervention, dem ‚fächerübergreifenden Modul‘ im Schülerlabor, kann man anhand der Ergebnisse im Posttest 1 erkennen, dass sie sich nun auf der zweiten oder dritten Stufe (Prozesse) befinden. Sie kennen Begriffe und Strukturen, die mit dem Stadtklima zusammenhängen und können diese teilweise in Kontexte bringen und teilweise Prozesse sowie Konzepte erklären und (beispielsweise beim Experimentieren) anwenden (diese Fähigkeiten zeigen sich in den Interviews, bei den Projekten und den Lernprodukten) (Bybee, 1997). Nach der zweiten Intervention, der Schulphase, befinden sich die meisten Schüler*innen im Rahmen (der Ziele) des Projektes auf der dritten (Prozesse) oder sogar vierten Stufe (systemare Vernetzung), was bedeutet, dass sie zusätzlich konzeptuelle Modelle erklären und bestenfalls vorhersagen können (Bybee, 1997). Die Maps zeigen, dass sich ein Teil von der Schüler*innen, aufgrund ihres (naturwissenschaftlichen) Verständnisses, komplexe Vorgänge und Gegebenheiten analysieren und sich (im Diskurs) über diese austauschen können. Letzteres ist zunächst nur auf die Inhalte des Projektes zu beziehen und betrifft nicht alle Schüler*innen.

Die dritte Hypothese kann insofern unterstützt werden, dass die Schüler*innen der VG I, die eine Projektarbeit machten, bei den Maps signifikant besser sind als VG II. Sie zeigen, dass die offene und kreative Projektphase auf die VG I motivierend gewirkt hat und sie vermutlich dazu

angeregt hat sich tiefer und selbstreguliert, wenn auch eher fokussiert, mit der Thematik auseinander zu setzen (SDT nach Deci & Ryan, 2000). Dies schlägt sich (anscheinend) auch in den Ergebnissen ihrer Maps nieder. Ihre Bewertung der Schulphase und die entwickelten Lernprodukte unterstützen diese Aussage (siehe Kapitel 6.5 und Kapitel 6.8). Die Betrachtung der Ergebnisse der VG III deuten darauf hin, dass eventuell nur die erste Intervention und eine Nachbereitung ausreichen könnten, da sie ebenfalls gute Ergebnisse bei der Map-Erstellung erzielen und ebenfalls besser sind als die VG II. Allerdings sollte im Sinne der Nachhaltigkeit und sofern die Unterrichtszeit dies zulässt etwas Prägenderes, Kreatives und Eigenständiges, das auch zum Handeln anregt (wie die offene Projektarbeit mit der VG I), im Anschluss an die Laborphase durchgeführt werden, um das Projekt mit einer besseren Vernetzung abzuschließen.

7.2.3 Diskussion der Bewertungen und Benotungen durch die Schüler*innen

Die VGs I und II geben der Intervention im Schülerlabor insgesamt auf einem Signifikanzniveau $p \leq 0,05$ eine bessere Bewertung als die VG III. Hierfür kann es mehrere Gründe geben. Die Schüler*innen der VG III kamen laut Prätest mit mehr Vorwissen als die der VGs I und II in das Projekt. Aufgrund dieser Tatsache könnten ihnen einige Inhalte bereits bekannt gewesen sein, so dass sie diese eventuell als langweilig oder als Wiederholung empfanden.

Ein anderer Grund könnte sein, dass sie sich überfordert gefühlt haben. Sie hatten zwar im Schülerlabor eine Station weniger als die VGs I und II durchzuführen, allerdings waren sie viel mehr auf sich alleine gestellt, denn die Stationen wurden für sie nur als Lerntheke angeboten. Das heißt, sie hatten keine ständige Begleitung durch eine*n studentische*n Betreuer*in, somit hatten sie weniger Anleitung sowie Beratung und mussten selbstständiger agieren. Dadurch waren vielleicht einige Abläufe nicht ganz klar bzw. dauerten länger und waren nicht so tiefgängig, was auch zu Frustration führen könnte, so dass sie die Phase im Schülerlabor etwas schlechter als die anderen beiden Gruppen bewerten.

Eine weitere Rolle spielt zwischen der VG II und VG III sicherlich auch die Angabe, dass die VG II sich viel wohler gefühlt hat im Schülerlabor und nach der ersten Intervention mehr Interesse an dem Thema ‚Stadtklima‘ hatte. Der VG II gefiel auch die Gruppenarbeit besser als der VG III, was an der ständigen Begleitung durch die studentischen Betreuer*innen liegen kann, und die Sicherheit durch Mithilfe derselben wenig falsch zu machen. Außerdem kann es auch sein, dass gerade die VG II mehr Sicherheit durch die Gruppenarbeit erfuhr, da sie zum

frühesten Zeitpunkt im Schuljahr das Projekt durchführte und auch der Kurs „Biochemie“ für sie neu war.

Die VG I benotet ihre Gruppenprojekte in der Schule (B8 im Posttest 2) auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ besser als die VG II, was, wie oben bereits erwähnt, dafürspricht, dass sich die Methode des offenen und kreativen Projektarbeitens anscheinend motivierender auf die Schüler*innen ausgewirkt hat. Sie lernten fast genauso viel dazu, wie die anderen, hatten jedoch mehr Spaß und vernetzten die Inhalte besser. Der Spaßfaktor scheint sich unterstützend auf die Vernetzung der Inhalte und des Erlernens bzw. Verstehens komplexer Prozesse auszuwirken.

Dennoch hat die VG II einen etwas besseren Lernzuwachs bei den Testaten, wie die Trendlinie in Abbildung 49 zeigt. Dieses ist vielleicht auf ihre eigenen Einschätzungen bei den Bewertungen zurückzuführen. Hier geben sie auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ an, im naturwissenschaftlichen Unterricht konzentrierter zu sein, sowie mehr Gefallen am Differenzierungskurs zu haben als die VG I. Sie freut sich außerdem mehr darüber, wenn sie „im Unterricht verschiedene Dinge machen können“. Ein Grund für dieses Mehr an Begeisterung, könnte wiederum durch den frühen Zeitpunkt der Teilnahme im Schuljahr bedingt sein. Sie sind eventuell noch vollkommen begeistert von und neugierig auf die Inhalte ihres neuen Kurses. Alles ist noch neu und aufregend für sie, sie möchten sich besonders bemühen und somit sind sie eher intrinsisch motiviert als die VG I.

Die VG I und die VG II fanden das Schülerlabor spannend, sowie die Tatsache, dass sie verschiedene Dinge machen konnten, gut. Sie geben beide an, durch das fächerübergreifende Modul „auch etwas fürs Leben gelernt zu haben.“. Da ihre Interventionen im Schülerlabor gleich waren, ist es ein gutes Ergebnis, dass beide Gruppen, trotz etwas anderer Disposition bezüglich des Kurses, in diesen Punkten übereinstimmen.

Nach der ersten Intervention wurde das Thema ‚Stadtlima‘ in den Interviews von den befragten Schüler*innen oft als „spannender als vermutet“ (siehe Interviews im Anhang) und nützlich für die Zukunft beschrieben, wenn auch zugleich komplex. So schlugen einige vor die erste Intervention zu verlängern, also an mehr als vier Terminen im Schülerlabor durchzuführen, da auch der Zeitdruck bei der Durchführung der Stationen im Schülerlabor als eher negativ empfunden wurde (siehe Interviews im Anhang). Ihrer Ansicht nach haben die befragten Schüler*innen trotzdem den Eindruck einen guten Überblick über das Thema ‚Stadtlima‘ erhalten zu haben. Da sie aber in der Regel vorher noch nie etwas über dieses breitgefächerte Thema gehört haben, könnte man anzweifeln, ob sie das überhaupt beurteilen können. Die Maps, vor allem die der VG I und der VG III, lassen jedoch vermuten, dass sie

zumindest einen guten Überblick über die Grundlagen, einigen Einflussfaktoren und ihre Zusammenhänge erhalten haben.

Die Wahl unter anderem der Sozialform, des Materials und die Anleitung durch die studentischen Betreuer*innen bei der Intervention wird von den Schüler*innen positiv wahrgenommen. Dies spricht dafür, dass die Verankerung des Projektes im Schülerlabor (mit schulischen Anteilen) in mehrerlei Hinsicht seinen Zweck erfüllt hat. Zum Beispiel, dass die Lernumgebung und -atmosphäre gut war. Die Schüler*innen konnten sich teils selbstständig mit naturwissenschaftlichen und technischen Zusammenhängen auseinandersetzen und damit Phänomene ihrer realen (Um-)Welt untersuchen (Engeln & Euler, 2004). Man kann davon ausgehen, dass durch die Verankerung im Schülerlabor zumindest kurz- bis mittelfristig das Interesse für das Thema ‚Stadtklima‘ geweckt worden ist (Itzek-Greulich, 2014), siehe hierfür auch die Befragung in den Posttests (siehe Kapitel 6.5). Außerdem kommen die drei psychologischen Grundbedürfnisse Zugehörigkeit, Selbstwirksamkeit und Selbstregulierung der Self-Determination-Theory (SDT) nach Deci und Ryan (2000) hier zum Tragen. Dies geschieht durch die soziale Einbindung in eine Gruppe, die Freiheit vieles im Labor selber machen zu können und die Erweiterung der eignen Kompetenzen, beispielsweise fachwissenschaftlich, methodisch etc. Somit dürfte die Motivation bei vielen Schüler*innen hoch gewesen sein, was von der Lehrerin (und den Schüler*innen) in den Interviews bestätigt wird. Dies lässt hoffen, dass die Inhalte und Erlebnisse im Labor doch nachhaltige Eindrücke bei den Schüler*innen hinterlassen haben und sie auch vielleicht in Zukunft zum Handeln bringt.

Die Schüler*innen durften nach der Intervention im Schülerlabor bestimmen welche Stationen ihnen gut und welche ihnen weniger gut gefallen haben. Hierbei ist interessant, dass die drei Stationen, die bei ihnen am beliebtesten waren (Erneuerbare Energie, Grünes Köln und Kölner Stadtmodell):

- a. Themen beinhalteten, die sie zum Teil bereits kannten. Zum Beispiel: Fotosynthese, erneuerbare Energie etc.
- b. Sie vieles alleine machen durften und viel Hands-On-Material vorhanden war, zum Beispiel das Wasserstoffauto, Wasserpest, Styropormodell, Fön etc.
- c. Sie aktiv etwas beobachten konnten und ein deutlicher ‚Aha-Effekt‘ auftrat, zum Beispiel bei den aufsteigenden Gasbläschen an der Wasserpest, die Elektrolyse von flüssigem Wasser in zwei Gase, ein Auto mit Wasserstoff zum Fahren bringen, die Berechnung wieviel ein Baum wert ist etc.

Die drei Stationen, die weniger gut angenommen wurden, waren wahrscheinlich aus unterschiedlichen Gründen nicht so beliebt. Bei ‚Stadt unter einer Glasglocke‘ kann es daran gelegen haben, dass die Schüler*innen unsicher waren im Umgang mit den teuren Geräten und Sensoren, sie nur wenig selber machen durften, lange beobachten mussten und dann ‚nur‘ messen durften. Die Testate zeigen, dass die Schüler*innen die Prozesse des Treibhauseffektes nicht ganz verstanden haben. Vielleicht müssen diese Prozesse noch besser visualisiert und tiefergehend erklärt werden. Eventuell waren die Inhalte, in ihrer präsentierten Darstellung, für Achtklässler noch zu abstrakt bzw. die Übertragung in die Wirklichkeit für sie zu schwierig.

Bei der Station ‚Kölner Oberflächen‘ konnten sie einiges selber machen, was normalerweise nach der SDT motivierend wirkt, allerdings waren die Versuche den Schüler*innen zu einfach und absehbar (siehe Interviews im Anhang). Dennoch zeigen die Testatergebnisse, dass sie den Transfer von den Inhalten der Station zur Bedeutung des Versiegelungsgrades einer Stadt für dessen Klima nicht schaffen. Diese Erkenntnisse führten dazu, dass diese Station bei der VG III weggefallen ist. Die Inhalte und der Ablauf der Station bedürfen eine Überarbeitung, um die Lernziele bezüglich der Versiegelung einer Stadt und ihrem Einfluss auf das Klima zu erreichen.

Obwohl die Schüler*innen bei der Station ‚Kölner Luft‘ ins Freie gehen durften, um mit den Sensoren Messungen an verschiedenen Standorten vorzunehmen, fanden sie die Station wenig spannend (siehe Interviews im Anhang). Von der Planung her war die Station zwar zeitlich etwas kürzer, da sie nur einen kurzen Einstieg zu den Eigenschaften und der Zusammensetzung der Luft hatte, worauf bereits die aktive Phase draußen erfolgte. Die Schüler*innen sollten vorher eine Hypothese zu den Ergebnissen erstellen und dann draußen messen. Zurück im Labor wurden die Messungen verglichen und kurz besprochen. Daher ist die Verknüpfung an die Temperatur hier sehr schwach und es gibt nur einen kleinen ‚Aha-Effekt‘, bei dem die Schüler*innen feststellen, dass aufgrund der hohen Ventilation, selbst an der viel befahrenen Universitätsstraße, der CO₂-Anteil in der Luft relativ niedrig ist. Hier hätte man vielleicht eher eine bessere Verknüpfung zur Temperatur finden müssen, mehr auf den Ventilationseffekt eingehen sollen beziehungsweise eine Verknüpfung zur Gesundheit herstellen sollen.

Im Allgemeinen kann aber die Beliebtheit einer Station auch von den subjektiven Neigungen der Schüler*innen, dem Schwierigkeitsgrad und auch von den Sympathien zwischen Schüler*innen und studentischen Betreuer*innen abhängen.

Aus den Benotungen der Schüler*innen jeweils nach der Laborphase und nach der Schulphase lassen sich ebenfalls einige wichtige Erkenntnisse ziehen. Ein gutes Ergebnis ist, dass sich das

Interesse der Schüler*innen am Thema ‚Stadtklima‘ durch die Intervention im Schülerlabor im Schnitt um eine ganze Note steigert, was ein signifikantes Ergebnis ist. Betrachtet man die Gruppen einzeln ist dieses Ergebnis jedoch nur für die VG I und die VG II signifikant.

Ein gutes Ergebnis ist auch, dass die Schüler*innen nach der ersten Intervention noch viel Lust hatten und motiviert waren am Projekt weiter zu arbeiten (Note 2). Hierbei war auffällig, dass die VG I zwar durch die erste Intervention die größte Interessenssteigerung erlebte, aber trotzdem am wenigsten motiviert war noch weiter am Projekt zu arbeiten (vgl. Posttest 1, Bewertung B4.2). Die zweite Intervention in der Schule änderte dies jedoch, da sie hiernach das Projekt am positivsten bewerteten und somit signifikant besser als die VG II (vgl. Bewertung B5.2). Dies ist wiederum auf die unterschiedliche Ausführung der Intervention in der Schulphase zurückzuführen. Die offene Atmosphäre, die Selbstständigkeit, die sie (VG I) im offenen Projekt genießen durften, hat sie wahrscheinlich das Projekt und das Thema in einem interessanteren und positiveren Licht sehen lassen. Nach der zweiten Intervention bewerteten die Schüler*innen die eigene Mitarbeit und die Mitarbeit der Gruppe durchschnittlich besser als nach der ersten Intervention, was darauf hindeutet, dass sie nun mehr Selbstvertrauen haben und sich mit den Inhalten des Themas wohler fühlen. Auch der Umzug zurück in die ‚gewohnte Lernumgebung‘, der Kursraum in die Schule, könnte zu dieser Einschätzung geführt haben. Außerdem kommt die Tatsache hinzu, dass sie in der Schulphase selber mehr erstellen und mitgestalten durften (vor allem die VG I), was ebenfalls zu einer positiveren Selbsteinschätzung geführt haben könnte. Ferner haben sie das kreative Arbeiten und die erreichten Ergebnisse der Gruppe mit 2+ bis 1- sehr positiv benotet, was in etwa auch mit der Beurteilung der Lehrerin übereinstimmt. Man kann davon ausgehen, dass die Schüler*innen es richtig toll fanden selber etwas zu produzieren und eigene Ideen umzusetzen.

Wie nach der ersten Intervention, sind die meisten Schüler*innen nach der zweiten Intervention der Meinung, dass sie viel über das Stadtklima wissen und viele Prozesse des Stadtklimas gut verstanden haben. Bezogen auf die Grundlagen und tiefergehenden Ausschnitte, die sie kennengelernt haben, stimmt diese Aussage bzw. Selbsteinschätzung im Allgemeinen und auch bei der Betrachtung einiger Maps. Allerdings gilt, wie oben, die Tatsache, dass sie dies wahrscheinlich nicht richtig einschätzen, da sie das Ausmaß des Themas nicht kennen. Für die Jahrgangs- bzw. Altersstufe und unter Einbezug des Lehrplans sowie der Lernziele des Projekts, haben sie viel dazu gelernt. Was vielleicht ebenfalls am Spaßfaktor liegt, den sie mit 2+ benoten und wahrscheinlich zu dem Schluss führt, dass sie gerne öfters an ähnlichen Projekten teilnehmen würden. Schlussendlich wird ein ideelles Ziel dieser Arbeit damit erreicht, dass viele der Schüler*innen nach dem K.Ö.L.N.-Projekt der Meinung sind, dass jeder

etwas für das Klima der Stadt tun kann und die meisten von ihnen möchten sich weiterhin für ihre lokale Umwelt engagieren. Das heißt, das Projekt hat die Schüler*innen zum Nachdenken über ihre lokale Umwelt und ihr eigenes Handeln in dieser angeregt, so dass sie vielleicht wirklich anfangen zu handeln und ihre Umwelt mitgestalten.

Aufgrund der oben angeführten Ergebnisse und Erläuterungen der Bewertungen der Schüler*innen, können die ersten vier Hypothesen alle teils unterstützt werden. Die Schüler*innen bestätigen, dass sie das Gefühl haben etwas dazu gelernt zu haben (1. Hypothese) und auch Prozesse des Stadtklimas nun besser zu verstehen (2. Hypothese). Bei der Bewertung der Projektphase in der Schule, waren die Benotungen der Schüler*innen der VG I, die kreativer, themenzentrierter und selbstständiger arbeiten durften, stets etwas besser als die der VG II, die einen eher ‚normalen‘ Unterricht erhielten (3. Hypothese). Insgesamt erscheint die VG I während und nach der Projektphase in der Schule motivierter und interessierter als die VG II. Hinzu kommen die besseren Maps, in denen sie zeigen, dass sie die Inhalte und Prozesse besser vernetzen können und somit auch Zusammenhänge besser verstanden haben. Letztlich war es auch etwas Besonderes für die Schüler*innen in die Universität zu kommen und mit Studierenden zusammen zu arbeiten, und später noch in der Schule Besuch von den Studierenden und der Projektleiterin zu bekommen. Die Ergebnisse zeigen, dass dies ein förderlicher und zukunftsfähiger Ansatz ist für Kooperationen und Netzwerke zwischen Schule und Universität (4. Hypothese). Die Expertin und die Studierenden bestätigen in ihren Interviews und Feedbackbögen ebenfalls diese Hypothese.

7.2.4 Diskussion der Typisierung

Bei den untersuchten Schüler*innen kann man, aufgrund des sozialen und schulischen Hintergrunds, davon ausgehen, dass das ‚Vorausgehende Leistungsniveau‘ und die ‚Kognitive Entwicklungsstufe‘ gut und auf dem entsprechenden Niveau sind, so dass die Schüler*innen die Aufgaben im Projekt gut lösen konnten und einen entsprechenden Lernzuwachs hatten.

Für die Typisierung wurden N = 27 Schüler*innen untersucht. Bei der Analyse ergaben sich drei Typen, wobei der Mischtyp (Typ B) mit 15 % Schüler*innen hier vernachlässigt wurde. Die zwei Haupttypen sind zum einen die ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen (Typ A), die neuen Lerninhalten offen gegenüberstehen und sie als positive Herausforderungen wahrnehmen, und zum Anderen die ‚besorgten‘ Schüler*innen (Typ C), die verunsichert sind und Sorge haben nicht so gut mit neuen Lerninhalten zurecht zu kommen. In Hattie’s Metaanalyse (2008) spielen

die bereits erwähnten Faktoren ‚Kognitive Entwicklungsstufe‘ ($d = 1,28$) und das ‚Vorausgehende Leistungsniveau‘ ($d = 0,67$) in der Subdomäne ‚Hintergrund (des Lernenden)‘ eine Rolle. Hinzu kommt hier der Faktor der ‚Selbsteinschätzung des eigenen Leistungsniveaus‘, welche mit $d = 1,44$ einen überaus großen Effekt auf den Lernenden hat.

Typ: Art d. Evaluation	Selbstbewusste Schüler*innen Typ A	Besorgte Schüler*innen Typ C	Differenz zwischen Typ A und Typ C
Testatergebnis	90 Punkte	79 Punkte	11 Punkte
Mapergebnis	79,33 %	67,75 %	11, 58 %

Tab. 7: Unterschiede zwischen Typ A und Typ C. Eigene Tabelle.

Die Ergebnisse der Typisierung in der vorliegenden Studie zeigen ebenfalls, dass Schüler*innen, die sich mehr zutrauen und selbstbewusster sind, (im Schnitt) signifikant bessere Leistungen zeigen.

Es scheint so zu sein, dass das Selbstbewusstsein und die eigene Disposition bei diesen Schüler*innen ein Indikator für ihre Leistungen sind.

Im PISA assessment framework der Schlüsselkompetenzen beim Lesen, in der Mathematik und in den Naturwissenschaften der OECD Studie von 2009, wird ‚scientific literacy‘ für die Zwecke von PISA definiert. Hierbei wird unter anderem geschrieben:

„A student’s ability to carry out the scientific competencies involves both knowledge of science and an understanding of the characteristics of science as a way of acquiring knowledge (i.e. knowledge about science). The definition also recognises that the disposition to carry out these competencies depends upon an individual’s attitudes towards science and a willingness to engage in science-related issues.“

Anhand dieser Definition kann man vermuten, dass neben der Sorge nicht mit neuen Lerninhalten zurecht zu kommen, auch die Einstellung dieser Schüler*innen gegenüber Naturwissenschaften und ihr Wille, sich mit naturwissenschaftlichen Themen auseinander zu setzen, eventuell nicht so hoch sind (obwohl sie sich für den naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs entscheiden haben), wie der der anderen Schüler*innen. Somit beeinflusst diese Disposition möglicherweise ihr Lernen und ihre Leistungen.

Im Modell von Blömeke et al. (2015) „Kompetenz als Kontinuum“ sind ‚besorgte‘ Schüler*innen in ihrer Disposition eher verunsichert und daher eventuell motivational eher von diesen Gefühlen geleitet. Diese Verunsicherung oder das Besorgtsein schlägt sich vermutlich bei ihren situationsspezifischen Fähigkeiten nieder und beeinflusst ihre Wahrnehmung der Lerninhalte sowie deren Interpretation, was im schlimmsten Fall zu falschen Entscheidungen führt. Diese führen wiederum zu falschen oder unzureichenden Antworten, Darstellungen, Wiedergaben in Bezug auf die Lerninhalte und eventuell zu einer negativen Haltung gegenüber diesen Lerninhalten.

Disposition	Situationsspezifische Fähigkeiten	Leistung/Verhalten
<p>„Was war der Treibhauseffekt nochmal? Ich verstehe ihn nicht. Ich habe keine Lust mitzumachen.“</p>	<p>„Das sieht schwer aus und ergibt keinen Sinn. Vielleicht ist c) die richtige Antwort. Oder doch d)? Ich kreuze c) an, weil mein Vorname mit ‚c‘ anfängt!“</p>	<p>„Mist! Schon wieder eine 4 in Biochemie. Aber ich verstehe das Thema ja eh nicht und habe dafür ganz gut geraten!“</p>

Abb. 83: Mögliche Gedankengänge einer/s ‚besorgten‘ Schülerin/s in Anlehnung an Modell „Kompetenz als Kontinuum“ nach Blömeke et al. (2015). Eigenes Diagramm.

In Hattie’s Metaanalyse (2008) hat der Faktor ‚Motivation‘ aus der Subdomäne „Einstellungen und Dispositionen“ einen mittleren (erwünschten) Effekt auf das Lernen. Zu den weiteren Faktoren dieser Subdomäne gehören: ‚Selbstkonzept‘, ‚Konzentration, Ausdauer und Engagement‘, ‚Angstreduktion‘, ‚Einstellung zu Naturwissenschaften‘, die alle laut der Metaanalyse ebenfalls einen mittleren Effekt haben, sowie die ‚Schülerpersönlichkeit‘, welche einen geringen Effekt auf das Lernen hat. Wie bereits erläutert, kann man vermuten, dass bei dieser Studie die ‚Motivation‘ ebenfalls einen Effekt hat und zwar auf die Vernetzung (der Inhalte), die hier als Kompetenz und deren Umsetzung als Leistung zu betrachten ist (Blömeke et al., 2015). Auch das ‚Selbstkonzept‘ sowie ‚Konzentration, Ausdauer und Engagement‘ spielen in der vorliegenden Studie eine Rolle: Die Schüler*innen mit einem besseren Selbstkonzept (Typ A) sind in der Regel besser in den Testaten als die ‚besorgten‘ Schüler*innen (Typ C) (siehe oben).

Die Faktoren der Subdomäne „Einstellungen und Dispositionen“ können durch subjektive oder objektive Beobachtung, Selbsteinschätzung oder Tests ermittelt werden. Im Modell „Kompetenz als Kontinuum“ nach Blömeke et al. (2015) sind sie zunächst als Teil der ‚Disposition‘ und der ‚situationsspezifischen Fähigkeiten‘ der Schüler*innen zu betrachten, die sich auf das Lernen und die Kompetenzen des/der einzelnen Schülers/Schülerin auswirken.

Man kann davon ausgehen, dass Faktoren, wie ‚Konzentration, Ausdauer und Engagement‘, zum Beispiel auf die Wahrnehmung einen relativ hohen Effekt haben (hat). Ein*e Schüler*in, der/die eine hohe Konzentration mitbringt, wird im Schülerlabor ganz anders agieren und vermutlich mehr wichtige Details mitbekommen, als ein*e Schüler*in, der/die eine geringere Konzentration mitbringt und sich beispielsweise durch Geräusche oder Vorgänge von außen ablenken lässt. Dies hat zur Folge, dass diese beiden Schüler*innen Wahrgenommenes, Prozesse, Ergebnisse etc., aufgrund ihrer unterschiedlichen Dispositionen (hier beispielsweise ihrer Konzentration), ganz unterschiedlich interpretieren können und andere Zusammenhänge sehen und verstehen. Dies wirkt sich wiederum auf ihre Entscheidungen aus und somit zeigen sie entsprechend unterschiedliche Leistungen oder unterschiedliches Verhalten. Die Faktoren der anderen Subdomänen spielen hier keine Rolle, da Hintergründe, wie vorschulische Bildung der Schüler*innen, entweder nicht bekannt oder für die Studie nicht von Bedeutung sind.

Es ergibt sich die Frage, ob die ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen bei dem Projekt auch einen größeren Lernzuwachs hatten. Die Ergebnisse der Testate ergeben dies nicht, denn die ‚besorgten‘ Schüler*innen haben durchschnittlich eine größere Leistungsverbesserung von Test zu Test in der Studie gezeigt. Sie verbessern sich zwischen T1 und T3 im Schnitt um 20 Punkte, während sich die ‚Selbstbewussten‘ nur um 14,5 Punkte verbessern. Auch wenn der Lernzuwachs im Laufe des Projekts bei den ‚besorgten‘ größer ist als bei den ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen, kommen Letztere mit mehr Vorwissen in das Projekt und haben ebenfalls einen guten Lernzuwachs. Daher kann man bei den untersuchten Schüler*innen sagen, dass die ‚besorgten‘ schlechtere Leistungen zeigen als die ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen, aber im Laufe des Projekts sehr viel dazu lernen und sich somit zumindest annähern.

7.2.5 Gender

Bei der Typisierung ist auffällig, dass die Verteilung der Mädchen und Jungen bei den ‚selbstbewussten‘ Schüler*innen relativ ausgeglichen (mit einer tendenziellen Mehrheit an Jungen) ist, während bei den ‚besorgten‘ Schüler*innen mehr als doppelt so viele Mädchen vorhanden sind. Am extremsten zeigt sich diese Verteilung bei der VG II, was eine weitere Erklärung für die schlechteren Leistungen der Mädchen der VG II bei den Testaten und Maps sein könnte. Sie scheinen nicht so selbstbewusst zu sein und haben mehr Sorgen, dass sie neue Lerninhalte nicht verstehen oder mit diesen Schwierigkeiten im Unterricht haben werden.

Bei Hattie (2008) findet sich der Faktor ‚Gender‘ in der Subdomäne ‚Körperliche Merkmale‘ wieder. Hattie’s Studie kommt zu dem Ergebnis, dass das Geschlecht nur einen geringen Effekt auf das Lernen hat. Das stimmt größtenteils mit den Ergebnissen dieser Studie überein, bei der die Leistungen der Mädchen und Jungen kaum (signifikante) Unterschiede aufzeigen. Ihr (Vor-)Wissen ist in etwa gleich und der Lernzuwachs ist ebenfalls ähnlich.

Die Daten (vor allem aus den Testaten) dieser Studie bestätigen ebenfalls, wie Engeln & Euler (2004) beschreiben, dass es Schülerlaboren gelingt Mädchen und Jungen gleichermaßen anzusprechen. Die Daten zeigen nur die folgenden wenigen Unterschiede zwischen den Geschlechtern im Wissen, im Lernzuwachs und in der Bewertung (des Projekts).

Die Mädchen in der vorliegenden Studie können sich mehr als Jungen für ein Schulthema begeistern, das sie sonst in ihrer Freizeit nicht interessiert. Sie schätzen sich aber weniger erfolgreich beim Verständnis für die Inhalte beim Experimentieren ein (vgl. B4.1 im Posttest 1) wie auch bei der Arbeit im Schülerlabor (vgl. B9.1 im Posttest 1), wobei die Unterschiede sehr gering sind und der Effekt somit relativ klein. Dies könnte auch ein kleiner Nebeneffekt der oben genannten ‚Selbsteinschätzung des eigenen Leistungsniveaus‘ oder des ‚Selbstkonzepts‘ sein, die auch dazu führen, dass es bei der Typisierung mehr ‚besorgte‘ Mädchen als Jungen gibt.

In der ROSE-Studie (Sjøberg & Schreiner, 2010) finden mehr als 50 % der Mädchen in Deutschland naturwissenschaftliche Fächer besser als die meisten anderen Fächer. Obwohl sie weniger als Jungen der Meinung sind, dass naturwissenschaftliche Fächer ihnen die Bedeutung von Naturwissenschaften für unseren Lebensstil näherbringen. Auch wollen sie im Vergleich zu den Jungen nicht so viel naturwissenschaftlichen Unterricht wie möglich in der Schule haben (ca. 25% Mädchen und Jungen fast 40%). Laut der ROSE-Studie möchten in Deutschland mehr Jungen (über 20 %) als Mädchen (ca. 15 %) Naturwissenschaftler*in werden. Bei dem Berufswunsch im technologischen Bereich zu arbeiten, sind die Diskrepanzen viel größer. In Deutschland möchten über 30 % mehr Jungen (fast 50 %) als Mädchen (unter 20 %) einen technologischen Beruf ergreifen.

Die Testate zeigen sonst keine signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen, so dass ähnlich wie bei Hattie davon ausgegangen werden kann, dass das Geschlecht keinen oder nur einen geringen Effekt auf das Lernen und die Durchführung des Projekts hat. Dennoch sollte erwähnt werden, dass wenn Unterschiede vorhanden waren, diese tendenziellen Ähnlichkeiten mit den Ergebnissen der ROSE-Studie (2010) und der IPN-Interessenstudie (1998) aufwiesen. Hierbei sollte bedacht werden, dass die Schüler*innen den

naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs interessengeneigt wählen durften und somit vermutlich mehr Interesse und Motivation mitbringen.

7.3 Diskussion der Ergebnisse in Verbindung mit Hattie's Metaanalyse und der ROSE-Studie

In der Übersicht und Ergebnisdarstellung von Sjøberg & Schreiner (2010) ist außerdem abzulesen, dass in Deutschland über 80 % der Schüler*innen der Meinung sind, dass die Menschen sich mehr um den Schutz ihrer Umwelt kümmern sollten. Über 60 % sind sogar der Meinung, dass sie persönlich Einfluss auf ihre Umwelt nehmen können, sie sind überzeugt, dass sie etwas verändern können (Sjøberg & Schreiner, 2010).

Viele der Schüler*innen der vorliegenden Studie denken, dass sie im Schülerlabor etwas für das Leben außerhalb der Schule gelernt haben (fast 90 %) und sie halten die Inhalte und Methoden für spannend und wichtig (über 80 %). Dies lässt sich aus ihrer Zustimmung zu bestimmten Aussagen im Posttest 1 ableiten. Da die Inhalte des K.Ö.L.N.-Projektes das Stadtklima und somit ihre unmittelbare Umwelt betreffen, passt dies zu den obengenannten Meinungsbildern der Schüler*innen in der ROSE-Studie, dass Menschen sich mehr um den Schutz ihrer Umwelt kümmern sollten und auch persönlich Einfluss darauf nehmen können. Das heißt, die Intervention im Schülerlabor könnte sie eventuell dazu bewegen sich mehr um ihre unmittelbare Umwelt, und somit auch um das Stadtklima, zu kümmern. Projekte, wie das K.Ö.L.N.-Projekt, haben das Potenzial Schüler*innen darin zu bestärken einen naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf zu ergreifen, was wiederum für die Nachhaltigkeit sprechen würde. Dies müsste man allerdings durch Befragungen und Langzeitstudien untersuchen.

Nach Hattie (2008) spielen folgende Domänen, neben dem/r ‚Lernenden‘, ebenfalls eine Rolle beim Lernen: ‚die Lehrperson‘, ‚das Curriculum‘, ‚der Unterricht‘, ‚das Elternhaus‘ und ‚die Schule‘. Wobei ‚die Schule‘ und ‚das Elternhaus‘ in Hattie's Studie einen eher geringen bis mittleren Effekt auf das Lernen haben. Bei den untersuchten Gruppen in dieser Studie könnten sie aber mehr Einfluss haben, da die Schule sehr gut ausgestattet ist und die Eltern laut Aussage der Expertin oft einen bildungs-bürgerlichen Hintergrund haben und oft sehr an einer (sehr) guten Ausbildung und Förderung ihrer Kinder interessiert sind. Das sind ebenfalls die Punkte, die in Hattie's Studie den stärksten Effekt in der Domäne ‚Elternhaus‘ haben.

Das ‚Curriculum‘, der ‚Unterricht‘ und die ‚Lehrperson‘, welche nach Hattie einen mittleren Effekt haben, spielen bei dieser Studie eine kleinere Rolle, da sie sich eher auf den Unterricht in der Schule beziehen, welcher, sowie die Lehrperson, hier weniger im Fokus stand. Das Curriculum der Schule ermöglicht den Schüler*innen durch die Differenzierungskurse bereits interessengeneigt zu wählen, so dass vermutlich eher Schüler*innen, die naturwissenschaftlich interessiert sind, den Biochemie-Kurs gewählt haben. Des Weiteren hat die Lehrperson bei der Themenwahl in diesen Kursen viele Freiheiten, so dass sie sich mit den Schüler*innen abstimmen kann und die Themen auch anpassen kann. Dies erhöht die Motivation der Schüler*innen. Der Kurs bietet viel Raum für außerschulische Angebote, Methoden, wie Concept Mapping, kooperatives Lernen, Kreativität, Feedback etc., welche alle nach Hattie in diesen Domänen Faktoren mit eher stärkeren Effekten auf das Lernen darstellen. Diese Faktoren kommen auch verstärkt im K.Ö.L.N.-Projekt zum Tragen und haben vermutlich einen positiven Effekt auf den Lernzuwachs der Schüler*innen.

Über die Lehrerin und ihren Einfluss kann in dieser Studie nicht viel gesagt werden, da sie nicht im Fokus stand und die Schüler*innen nicht zu ihr befragt wurden, sondern eher zum Unterricht. Subjektiv gesehen kann die Projektleiterin von einer freundlichen und offenen Lehrerin sprechen, die trotz eines klaren und bestimmenden Auftretens ein gutes Verhältnis zu ihren Schüler*innen hat und an neuen Dingen sowie der eigenen Weiterbildung interessiert ist. Viele dieser Punkte sind bei Hattie Faktoren, die mit einem starken Effekt verbunden sind, sollten hier aber nicht zu stark ins Gewicht fallen, vor allem, weil die Schüler*innen für die Teilnahme, die Testate, die Maps etc. keine Benotung erhalten haben.

7.4 Diskussion unter Einbezug der unterschiedlichen Perspektiven, der Forschungsfragen, der Projektziele und der theoretischen Modelle

7.4.1 Kompetenzen im K.Ö.L.N.-Projekt

Im K.Ö.L.N.-Projekt sind Förderungen aller vier bzw. sechs Kompetenzbereiche aus den Bildungsstandards zu finden. Durch die Verankerung und Verknüpfung mit der Stadt Köln wird die Kompetenz der ‚räumlichen Orientierung‘ gefördert und erweitert. An nahezu allen Stationen werden die Schüler*innen entweder mit Orten in Köln konfrontiert oder gebeten, einen Transfer auf die Stadt zu leisten. Dies ist wichtig, da durch die Verknüpfung mit der Heimatstadt das affektive Lernen erhöht wird. Die Inhalte werden im Gehirn mit Emotionen

verbunden und dadurch besser behalten. Dies ist auf Interaktionen zwischen der Amygdala, die für Emotionen und Empfindungen zuständig ist, und dem Hippocampus zurückzuführen, der für die Sicherung von Informationen und für das Gedächtnis wichtig ist (Gazzaniga et al., 2002).

Die Kompetenz ‚Fachwissen‘ wird durch das Erlernen neuer Begriffe, Prozesse und Zusammenhänge zum Stadtklima in allen naturwissenschaftlichen Fächern erweitert. Je nach Station steht das eine oder andere Fach stärker im Vordergrund. Manche Inhalte oder grundlegende Prozesse und Phänomene, wie die Fotosynthese, sind den Schüler*innen vermutlich schon vor dem Projekt bekannt. Dennoch ist das Erinnern, Wiederholen und Vertiefen bereits vorhandenen Wissens ein wichtiger Aspekt, bei dem hauptsächlich die kognitiven und konativen Komponenten angesprochen werden und die Schüler*innen auch zu neuen Erkenntnissen gelangen können.

Die ‚Erkenntnisgewinnung‘ bzw. ‚Methodenkompetenz‘ wird im Projekt zum Beispiel durch den Einsatz von Modellen und Experimenten gefördert. Die Schüler*innen wenden (in Teilen) den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg an und können die Experimente selbstständig oder mithilfe eines*r Betreuer*in durchführen. Später im Projekt wenden sie wiederum die Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem Labor zum Teil in der Schule oder in ihren Projekten an. An den Stationen und beim Experimentieren müssen die Schüler*innen unter anderem Beobachtungen machen, Karten lesen, Diagramme erstellen und Messungen durchführen. In der Schulphase bediente sich besonders die Vergleichsgruppe I vieler Methoden wie einen Filmdreh, Interviews führen, Herstellen von eigenen Modellen etc.

Durch die Gruppenarbeit im Labor und die Unterstützung durch die studentischen Betreuer*innen findet viel ‚Kommunikation‘ zwischen den Akteuren statt. Die Schüler*innen müssen teilweise Hypothesen erstellen, diese diskutieren und ihre ‚Argumentationskompetenz‘ einsetzen um Ergebnisse zu erklären und zu belegen. Durch die Einnahme der Rolle des Klimaforschers zunächst und später (in der Schule) beispielsweise der Rolle eines Bürgers, Politikers oder Architekten, nehmen sie verschiedene Perspektiven ein und müssen aus diesen heraus agieren können.

Auch die ‚Bewertungs- bzw. Beurteilungskompetenz‘ wird im Projekt gefördert. Im Labor müssen die Schüler*innen zum Beispiel an einer Station entscheiden, welche Stadt lebenswerter ist oder ob die Wasserstoffbrennstoffzelle mit dem aktuellen Technikstand eine gute Alternative zu herkömmlichen Energieträgern darstellt.

Die Schüler*innen beschäftigen sich im Projekt mit einem Teilausschnitt des Klimasystems. Dabei lernen sie Elemente, Prozesse, Kreisläufe und ähnliches kennen, wodurch ihre

„Systemkompetenz“ gefördert wird. Das Verständnis für Ursache-Wirkungsprinzipien, lineare und nicht-lineare Zusammenhänge sowie Rückkoppelungseffekte soll gestärkt werden. In den Maps, die sie am Ende erstellen, kann das Wissen über diese Zusammenhänge visualisiert werden. In der Schule können sie durch einen Rollenwechsel eventuell auf andere Systeme treffen, beispielsweise auf politische.

Schecker, H., Neumann, K., Theyßen, H., Eickhorst, B. & Dickmann, M. (2016) erklären die Entwicklung „experimenteller Kompetenz“ zu einem zentralen Ziel des Physikunterrichts (Schecker et al., 2016).

Um Experimentieren zu können, sind bestimmte Teilkompetenzen erforderlich. Nach dem Strukturmodell zum wissenschaftlichen Denken von Grube, C., Hartmann, S. & Mayer, J. (2009) sind das folgende vier Teilkompetenzen:

- Naturwissenschaftliche Fragen formulieren,
- Hypothesen generieren,
- Experimente planen,
- Daten analysieren.

(Grube et al., 2009; Mönter & Hof, 2012)

„Handlungs- und Gestaltungskompetenzen“ sollen in dem Projekt ebenfalls vermittelt werden. „Das Konzept der Handlungskompetenz (...) zielt im Verständnis der Kultusministerkonferenz darauf ab, „die Fähigkeit des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht, sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten.““ (Hoffmann, 2012, S. 24.).

De Haan & Gerhold (2008) definieren die Gestaltungskompetenz wie folgt:

„Mit Gestaltungskompetenz wird die Fähigkeit bezeichnet, Wissen über nachhaltige Entwicklung anzuwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen zu können. Das heißt, aus Gegenwartsanalysen und Zukunftsstudien Schlussfolgerungen über ökologische, ökonomische und soziale Entwicklungen in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit ziehen und darauf basierende Entscheidungen treffen, verstehen und umsetzen zu können, mit denen sich nachhaltige Entwicklungsprozesse verwirklichen lassen.“

(de Haan & Gerhold, 2008, S. 6).

Des Weiteren weisen die Autoren auf die darunterfallenden Teilkompetenzen hin, wie die Fähigkeit zur Partizipation und Selbstständigkeit, reflektierende Handlungskompetenz, die beispielsweise auf interdisziplinären Kenntnissen beruht, oder die Kompetenz sich und andere zu motivieren (Haversath, 2012).

7.4.2 Diskussion unter Einbezug der Forschungsfragen und der Projektziele

Die Verankerung des Projektes im Schülerlabor mit anschließenden schulischen Anteilen hat in mehrerlei Hinsicht seinen Zweck erfüllt. Zum Beispiel konnten sich die Schüler*innen teils selbstständig mit naturwissenschaftlichen und technischen Zusammenhängen auseinandersetzen und somit Phänomene ihrer realen (Um-)Welt untersuchen (Engeln & Euler, 2004). Die studentischen Betreuer*innen hatten die Möglichkeit zur Erprobung und Evaluierung naturwissenschaftlich-didaktischer Konzepte sowie der eigenen Lehrfähigkeiten (Guderian & Priemer, 2008). Der Dialog zwischen Forschung an der Universität und Unterricht in der Schule wurde gefördert (Guderian & Priemer, 2008). Man kann davon ausgehen, dass durch die Verankerung im Schülerlabor zumindest kurz- bis mittelfristig das Interesse für das Thema ‚Stadtklima‘ geweckt worden ist (Itzek-Greulich, 2014), siehe hierfür auch die Ergebnisse der Befragung in den Posttests, in denen die Schüler*innen das Thema ‚Stadtklima‘ als spannender als gedacht sowie nützlich für die Zukunft bewerten und motiviert sind am Thema weiter zu arbeiten.

Die Self-Determination-Theory (SDT) kommt durch die Gruppenbildung, die Selbstwirksamkeit und der Freiheit vieles selber machen zu können zum Tragen. Somit dürfte die Motivation bei vielen Schüler*innen hoch gewesen sein, was von der Lehrerin (und den Schüler*innen) in den Interviews bestätigt wird. Die Ergebnisse der Interviews, Feedbackbögen und Testate sprechen bis auf den Faktor Zeit (im Schülerlabor) beinahe nur für die positiven Effekte des Projekts und Lehr-Lernlabore.

Eine anonyme Online-Befragung von Studierenden (N = 46), die das ‚normale‘ Klima- oder Wasserprojekt im Schülerlabor mitgemacht haben, durchgeführt vom Koordinator Markus van de Sand, zeigt ähnliche Ergebnisse wie die Feedbackbögen (siehe Kapitel 7.1.6 und Anhang) der studentischen Betreuer*innen in der vorliegenden Arbeit. Die Online-Befragung zeigt, dass:

- Über 80 % der Studierenden Anregungen für Experimente für ihren eigenen späteren Schulunterricht aus dem Schülerlabor mitnehmen konnten.

- Ca. 85 % denken, dass die Mitwirkung im Schülerlabor ein fester Bestandteil im naturwissenschaftlichen Lehramtsstudium sein sollte.
- Fast 90 % eine Erweiterung ihrer experimentellen Kompetenzen nach der Mitwirkung im Schülerlabor sehen und
- fast alle Studierenden sich vorstellen können das Schülerlabor später als Lehrperson mit eigenen Schüler*innen zu besuchen.

(https://docs.google.com/forms/d/1a-COY6kS6rMsN7jmc-fzxEwRqD_qFcFYxfoI2phOESU/edit#responses, letzter Zugriff: 03.01.2019).

Hierbei sollte beachtet werden, dass hier ca. 67 % der Befragten beim Klimaprojekt, das dem K.Ö.L.N.-Projekt am ähnlichsten ist, mitgemacht haben. Die restlichen 33 % haben beim Wasserprojekt mitgemacht, das ein etwas anderes Konzept in der Durchführung verfolgt. Es kann nicht unterschieden werden, wie viele der Klimaprojekt- und Wasserprojekt-Studierenden jeweils, wie geantwortet haben (https://docs.google.com/forms/d/1a-COY6kS6rMsN7jmc-fzxEwRqD_qFcFYxfoI2phOESU/edit#responses, letzter Zugriff: 03.01.2019). Nichtsdestotrotz zeigt diese Befragung in Bezug auf die Mitwirkung im Schülerlabor, den Materialien, der Kompetenzerweiterung und dem Nutzen gleiche Tendenzen in der Wahrnehmung und Bewertung durch die Studierenden.

Die Lehrerin hält das Thema ‚Stadtklima‘ für bedeutend und ist mit dem Projekt sehr zufrieden. Dies lässt sich alleine aus der Tatsache ableiten, dass sie nach der zweiten Durchführung des K.Ö.L.N.-Projekts erwirkt hat, dass das Thema ‚Stadtklima‘ im internen Schullehrplan für den naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs verankert wird, mit der Empfehlung das Projekt im zdi-Schülerlabor zu nutzen. Außerdem hat sie seitdem jedes Jahr mit einem ihrer Kurse am K.Ö.L.N.-Projekt teilgenommen. Hier gab es jedoch aufgrund der Erkenntnisse Modifizierungen bzw. Erweiterungen des ‚fächerübergreifenden Moduls‘, z.B. eine neue Simulation zum Kölner Stadtmodell, den Wegfall von Stationen oder eine verkürzte Schulphase (nur Nachbereitung).

Sie empfand die Motivation der Vergleichsgruppen als hoch und glaubt, dass sie Spaß am Projekt hatten. Dies deckt sich weitestgehend mit den Ergebnissen und Aussagen der Schüler*innen und Studierenden. In den Interviews (die nur nach den beiden ersten Durchgängen geführt worden sind) zieht die Lehrerin oft Vergleiche zwischen den Vergleichsgruppen I und II. Durch das breite Spektrum an Themen in der Schulphase ist die VG II mit viel mehr Unterthemen zum ‚Stadtklima‘ in Kontakt gekommen als die VG I, was

die VG II vielleicht überforderte. Zudem waren sie bei ihrer Teilnahme erst am Anfang der achten Klasse und wie oben bereits erwähnt vielleicht wenig in der Lage abstrakt und vernetzt zu denken. Die Komplexität des Themas ist ihrer Einschätzung nach eventuell gar nicht bei ihnen angekommen. Auch war bei der VG II noch nicht so viel Selbstständigkeit beim Experimentieren vorhanden, weshalb die Schüler*innen dieser Gruppe auch enger geführt werden mussten. Die Eigenverantwortung für ihre Präsentationen war auch geringer als bei der VG I.

Wie bereits genannt, hält die Lehrerin die Ergebnisse des Moduls und vor allem der Schulphase bei beiden Gruppen (VG I und II) für gut, was für den vermehrten Einsatz von Kreativität, Selbstbestimmung und Handlungsfreiräumen für die Schüler*innen im Unterricht spricht (SDT nach Deci & Ryan, 2000). Dies spricht ebenfalls für mehr fächerübergreifenden Unterricht, in dem Inhalte aus verschiedenen Fachperspektiven betrachtet werden können. Denkbar wäre auch die Einbringung von Kunst oder Musik, im Sinne der STEAM- statt STEM-Fächer.

Die Lehrerin macht sich jedoch Sorgen, dass die Schüler*innen aufgrund der vielen inhaltlichen Aspekte und deren Komplexität die Zusammenhänge nicht herstellen konnten. In den Maps zeigen allerdings vor allem die Schüler*innen der VG I, dass sie trotz vieler Informationen korrekte Zusammenhänge herstellen und somit Prozesse des Stadtklimas visualisieren konnten. Auch die Schüler*innen der VG II können diese Prozesse teilweise visualisieren. Ihre Maps sind aber im Durchschnitt auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ schlechter und weniger komplex als die der VG I. Die möglichen Gründe hierfür wurden in Kapitel 7.2.2 (Maps) diskutiert. Vielleicht hatte die Lehrerin diese Sorgen tatsächlich mehr hinsichtlich der ‚jüngeren‘ Schüler*innen der VG II geäußert oder auch die Wirkung des selbstständigen Projektarbeitens – der Vertiefung und des selbstständigen Erarbeitens des Themas aus einem bestimmten Blickwinkel – auf die Schüler*innen der VG I unterschätzt. Außerdem zeigen sich laut Dörner (2010) im Umgang mit komplexen Systemen oft Ökonomietendenzen, bei denen bestimmte Denkschritte ausgelassen oder vereinfacht werden. Diese Tendenzen dürften auch einige Schüler*innen gezeigt haben und aus Zeitgründen oder Bequemlichkeit ihre Maps vereinfacht dargestellt oder ihre Arbeitsblätter nicht vollständig ausgefüllt haben etc.

Diese Ergebnisse leiten zu der ersten Forschungsfrage dieser Arbeit und ihre Antwort über:

*„Wie können komplexe Inhalte des Themas Stadtklima aufbereitet werden, damit sie von Schüler*innen besser verstanden werden?“*

Die Schüler*innen haben letztendlich verstanden, dass das Stadtklima sie selbst betrifft. Sie nehmen Luftveränderungen wahr und haben beispielsweise die Bedeutung von Grünflächen und erneuerbaren Energien verstanden. Sie wissen nun, dass die Struktur einer Stadt Einfluss auf ihr Klima nimmt und auch die Einwohnerzahl das Stadtklima beeinflussen kann (siehe Mapbeispiele Kapitel 6.6.2). Sie haben beispielsweise gesehen und gemessen, dass Kohlenstoffdioxid die Temperatur beeinflusst und sich Schadstoffe und Wärme in engeren Teilen von Städten stauen und schlechter abgetragen werden können.

„Da Wissen auch immer als Vorwissen fungiert, kommt der Vermittlung einer soliden Wissensbasis für den Erwerb neuen Wissens eine nicht unwesentliche Bedeutung zu.“ (Lehner 2012, S. 85). Daher kam dem fächerübergreifenden Modul im Schülerlabor mit seinen exemplarischen Beispielen in den Experimenten an den Stationen eine bedeutende Rolle zu, auch für den weiteren Verlauf des Projekts. Die zentrale Reduktion des Themas, wie sie auch Dörner (2010) im Umgang mit Komplexität empfiehlt, führte zur Entwicklung des Basismoduls mit einer Kernvariablen, der Temperatur, von der die anderen Variablen abhängig sind. Das Modul greift dabei einzelne Phänomene und Prozesse heraus und versucht sie an den Stationen vereinfacht darzustellen und trotzdem Zusammenhänge zwischen ihnen aufzuzeigen. Hierdurch gelingt auch eine horizontale Vernetzung der (Fächer-)Inhalte quer durch die Fächer, was ebenfalls in den Maps visualisiert wird. Die vertikale Vernetzung wird vor allem in den Schulprojekten und selbsterstellten Lernprodukte der VG I deutlich. Sie nahmen ihre im Labor erweiterten Kompetenzen sowie das neu Gelernte (siehe Kapitel 3.3), transferierten sie in ihre eigenen Projekte, vertieften sie und entwickelten sie weiter.

Die Experimente dienen hier als „ein Werkzeug zur empirischen Erkenntnisgewinnung“ (Otto 2008, S. 119) und tragen zum Verständnis von unsichtbaren und/oder komplexen Prozessen bei. Beim Experimentieren wird neben dem kreativen Denken das entdeckende Lernen gefördert. Da verschiedene Lernkanäle angesprochen werden, werden auch verschiedene Kompetenzen parallel gefördert, zum Beispiel das Fachwissen, die Methoden- oder Handlungskompetenz. Inhalte werden effizient im Gehirn gespeichert. Die Testate der Schüler*innen zeigten zwischen den Testzeitpunkten T1 und T2 oft signifikante Verbesserungen, die also nicht zufällig sind, sondern auf die Intervention durch das Modul im Schülerlabor zurück zu führen sind. Dennoch sollten auch die Probleme beim Experimentieren mit Schüler*innen berücksichtigt werden (siehe Auflistung in Kapitel 3.4.2).

Im K.Ö.L.N.-Projekt waren einige dieser Probleme zu beobachten. Den wenigsten Schüler*innen der untersuchten Gruppen fehlte es an methodischen Experimentierkenntnissen. Vielmehr fehlte es ihnen an Erfahrung und Selbstsicherheit. Es wurde im Grunde nicht

experimentiert, ohne nachzudenken. Die Schüler*innen kamen mit Alltagsvorstellungen ins Labor und versuchten, diese mit dem Gelernten abzugleichen. Das Durchbrechen von Fehlvorstellungen ist hier kein zentrales Thema, dennoch konnten vermutlich mithilfe der Experimente und Modelle einige durchbrochen und mit dem ‚richtigen bzw. passendem Wissen‘ ersetzt werden. An manchen Stellen wurde auch deutlich, dass die Schüler*innen, die von der Projektleiterin und den studentischen Betreuer*innen angestrebten Ziele anders wahrnahmen. Die Schüler*innen konnten jedoch oft Theorie und Praxis verbinden.

Durch das Lernen an Modellen und durch das Experimentieren konnten Transferleistungen angeregt werden, die in der Schulphase von den Schüler*innen eingesetzt werden konnten. Hier sollten sie das Wissen weiter vernetzen. Die Ergebnisse der unterschiedlichen Interventionen deuten darauf hin, dass eine offene Projektphase, in der die Schüler*innen sich selbstständig eigenen kreativen Projekten widmen, die bessere Intervention ist, um die komplexen Inhalte zu vertiefen und vernetzen. Auch wenn die Ergebnisse der VG III tendenziell (hatte als Intervention nur eine Nachbereitungsstunde und keine längeren Projekte), aber nicht signifikant, besser waren als die der VG I, ist dies eher mit ihrem ohnehin etwas besseren Vorwissen und vor allem mit dem Zeitpunkt ihrer Map-Erstellung zu begründen. Sie haben die Maps im Anschluss an die Laborphase (wenige Tage später) in der Nachbereitungsstunde erstellt. In den Maps sollten die Schüler*innen die gelernten Inhalte mit Begriffen strukturiert wiedergeben. Strukturwissen ist eine Bedingung für die Aneignung von deklarativem Wissen (dem Wissen was) und von prozeduralem Wissen (dem Wissen wie). Die Schüler*innen, die die Prozesse und Zusammenhänge gut visualisiert haben, zeigen dadurch unter anderem auch ihre Systemkompetenz.

Zusammenfassend betrachtet waren folgende Aspekte in dieser Arbeit wichtig, damit die komplexen Inhalte des Themas ‚Stadtklima‘ so aufbereitet werden konnten, dass sie von den Schüler*innen gut bzw. besser verstanden werden:

1. Ein gewisses naturwissenschaftliches Vorwissen der Schüler*innen.
2. Die zentrale Reduktion des Themas auf ein Hauptelement unter Beachtung weiterer Variablen und unter Einbezug von Aspekten und Methoden aus allen naturwissenschaftlichen Fächern.
3. Die Durchführung von Experimenten und das Arbeiten mit Modellen in einer anregenden Lernumgebung als motivierende Methoden zur Erkenntnisgewinnung.
4. Eine motivierende Vertiefung des Themas durch selbstständiges Projektarbeiten mit Erstellung eigener Lernprodukte, um die vertikale Vernetzung zu gewährleisten.
5. Das Arbeiten in Gruppen mit Unterstützung studentischer Betreuer*innen.

6. Die strukturierte Visualisierung der eigenen Erkenntnisse durch Maps oder ähnliches.
7. Einen Bezug zur realen Lebenswelt der Schüler*innen.

Viele der oben genannten Punkte sind zum Teil Gelingensbedingungen und können ebenfalls als Antwort der zweiten Forschungsfrage dieser Arbeit fungieren:

„Wie gelingt eine Implementierung des interdisziplinären Themas ‚Stadtklima‘ im zdi-Schülerlabor?“

Ein wichtiger Punkt für die Durchführung dieses Projekts sind die folgenden Rahmenbedingungen. Es müssen Material für die Entwicklung von Experimenten und Stationen, (finanzielle) Mittel, Zeit und Manpower (in Form von Mitarbeiter*innen und Studierenden) für die Entwicklung sowie kreative beziehungsweise innovative Ideen für eine gute Umsetzung vorhanden sein. In diesem Fall war ebenfalls eine ortsnahe Kooperationschule notwendig. Die Kooperation mit der Schule und der Lehrerin verlief gut, so dass beide Kooperationspartner*innen mit den Abläufen stets zufrieden waren (vgl. Interviews und Storytelling im Anhang). Es herrschte eine gute Kommunikation und Transparenz. Durch die Flexibilität auf beiden Seiten war es möglich den Bedürfnissen auf beiden Seiten gerecht zu werden. Durch die Erfahrungen mit den Schüler*innen der Vergleichsgruppen, der Studie und ihren Testaten, Maps und Feedback, konnte die Projektleiterin erkennen, welche Teile des Projekts besonders gut funktionieren und welche eventuell verbessert oder weggelassen werden können. All diese Punkte trugen zur Implementierung des Themas ‚Stadtklima‘ im zdi-Schülerlabor bei. Da der normale Schülerlaborbetrieb nicht solche langanhaltenden Projekte oder mehrere Besuche durch ein und dieselbe Klasse oder Kurs vorsieht, konnte das Projekt als Ganzes nicht in den Regelbetrieb übernommen werden. Zunächst wurden vor allem die Stationen des fächerübergreifenden Moduls komplett oder in Teilen in das Klimaprojekt übernommen. Im heutigen Schülerlaborbetrieb finden sich diese Stationen (teilweise mit Modifizierungen beziehungsweise Erweiterungen) wieder:

- Kölner Stadtmodell
- Stadt unter einer Glasglocke
- Grünes Köln
- Erneuerbare Energie

Alle Stationen wurden parallel zur Durchführung des K.Ö.L.N.-Projekts mit allen drei Gruppen (also über drei Jahre) vielfach im Regelbetrieb des Schülerlabors ausprobiert, angepasst oder weiterentwickelt. Die vorher im Schülerlabor vorhandenen Stationen des Klimaprojekts waren stark fachspezifisch bezogen, zum Beispiel gab es eine Station zur Oberflächenspannung, welches von Physiker*innen entwickelt wurde und somit stark physikalisch ausgerichtet war. Oder eine Station, die sich mit Pflanzen und Klima beschäftigte, welche stark biologisch ausgerichtet war, weil sie von Biolog*innen entwickelt wurde. Das K.Ö.L.N.-Projekt schafft es über das Thema ‚Stadtklima‘ die naturwissenschaftlichen Fächer zusammenzubringen und oft die Stationen aus der Sichtweise mindestens zweier Fächer zu betrachten. Somit ist das Klimaprojekt im Schülerlabor insgesamt interdisziplinärer geworden.

Die Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem K.Ö.L.N.-Projekt bilden mittlerweile eine wichtige Grundlage im Schülerlabor, da sie wichtige Erkenntnisse für die mögliche Vor- und Nachbereitungen in der Schule geliefert haben. Auch für die Verankerung und Durchführung von Abschlussarbeiten konnten im Projekt wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Das K.Ö.L.N.-Projekt wird weiterhin jährlich in einer verkürzten Version mit der Liebfrauenschule durchgeführt und auf Wunsch mit anderen Schulen.

Hierbei entfällt die vier- bis fünfwöchige Schulphase, die es bei der VG I und VG II gab, obwohl sie nach den Analyseergebnissen wichtig für die Vertiefung des Gelernten wäre. Was zu der letzten Forschungsfrage führt:

„Welche Unterrichtsform führt bei einer Fortführung des Projekts in der Schule zu einem vertieften Wissensstand und einer Vernetzung des am außerschulischen Lernort Gelernten?“

Wie bei der vorherigen Forschungsfrage liefert die Antwort zur ersten Forschungsfrage bereits Hinweise und Teilantworten zu dieser Frage. Aus den Testaten geht hervor, dass die Schüler*innen der VG III das meiste Vorwissen vor dem K.Ö.L.N.-Projekt hatten. Entsprechend hatten sie durch die Intervention im Schülerlabor am wenigsten Wissenszuwachs. Sie haben ihre Maps sehr zeitnah nach der Intervention erstellt und haben hierbei gute Ergebnisse erreicht, allerdings nicht so gute wie die Schüler*innen der VG I bei ihren Maps. Diese haben nach ihrer zweiten Intervention, dem offenen Projektarbeiten in der Schule, die besten Ergebnisse bei den Maps erreicht. Obwohl ihre Testatergebnisse im Posttest 2 etwas schlechter ausfallen als die der VG II, sind ihre Maps signifikant besser und komplexer. Wie oben mehrfach diskutiert kann es hierfür unterschiedliche Gründe – auch kombinierte Gründe – geben. Die denkbarsten sind:

- Mehr Motivation bei der VG I durch die Wahlfreiheit und Selbstständigkeit.
- Der Fokus auf einen bestimmten Bereich des Themas führte eher zu einer jeweiligen vertikalen Vertiefung in der VG I.
- Altersvorsprung der VG I gegenüber der VG II: Übergang vom rein logischen zum logisch abstrakten Denken in der achten Klasse (nach Piaget).

Da die VG III gute Maps erstellt und bei den Testaten die besten Ergebnisse erreicht, könnte man vermuten, dass die Intervention im Schülerlabor und eine Nachbereitungsstunde ausreichen um das Thema zu behandeln. Allerdings ist dies eher auf ihr Vorwissen und die kurze Zeitspanne zwischen Intervention im Schülerlabor und Erstellung des Maps zurückzuführen. Danach scheint eine Schulphase mit ‚normalen‘ Unterricht die plausibelste (zweite) Intervention, weil die VG II im Wissenstest etwas besser war. Allerdings ist hier nach der Vernetzung gefragt und auch im Hinblick auf die Ziele dieser Arbeit (zum Beispiel: *„Den Schüler*innen eine bessere Vernetzung der Inhalte, Faktoren und Prozesse zum Stadtklima durch das fächerübergreifende Modul und der Verknüpfung zwischen außerschulischem Lernort und Schule ermöglichen.“*), ist es sinnvoller die offene Projektarbeit, wie sie mit der VG I durchgeführt wurde, zu empfehlen. Denn nur sie lässt in dieser Studie zu, dass die Schüler*innen sich tiefergehend mit einem oder mehreren Bereichen des Stadtklimas beschäftigen, ihrer Kreativität freien Lauf lassen können und dabei motiviert bleiben. All dies führt zu einer besseren Vernetzung des Gelernten und ist vermutlich am nachhaltigsten.

Somit lässt sich feststellen, dass das K.Ö.L.N-Projekt in folgenden Punkten nachhaltig ist:

1. Das Projekt wird weiter geführt durch die Kooperation zwischen der Universität und der Liebfrauenschule sowie auf Wunsch auch mit anderen Schulen.
2. Einige Stationen sind im Regelbetrieb des zdi-Schülerlabors implementiert und haben so das (interdisziplinäre) Angebot bereichert.
3. Die Schüler*innen haben einen Lernzuwachs, können sich an das prägende Erlebnis im Schülerlabor, die Beschäftigung mit der lokalen Umgebung und im besten Fall an die Inhalte länger erinnern.
4. Langfristig gesehen kann dies Schüler*innen eventuell zum Handeln bewegen beziehungsweise sie vielleicht dafür interessieren einen Beruf aus dem naturwissenschaftlichen, (umwelt-)technologischen, stadtplanerischem oder ökologischen Nachhaltigkeitsbereich zu ergreifen.

Ein weiterer langfristiger Anspruch des Projekts liegt darin, die Schüler*innen zum Handeln beziehungsweise eigenen Gestalten ihrer Umwelt zu bewegen. Besonders durch das Erlernen neuer Fakten, die Beschäftigung mit der realen Lebenswelt, dem eigenständigen Arbeiten und Gestalten (vor allem in der Schulphase) soll dieses Interesse bei Schüler*innen geweckt und der Wille zum Handeln bewirkt werden. Leider wird die langfristige Wirkung in der Studie aufgrund von Zeitmangel und organisatorischen Schwierigkeiten mit der Schule nicht durch weitere Follow-up-Tests erhoben. Die Lernprodukte aus der Schulphase der Vergleichsgruppe I indizieren ebenfalls, dass die Handlungs- und Gestaltungskompetenzen gefördert werden. Die Schüler*innen haben sich hierbei sehr viel Mühe gegeben, eine Gruppe ist sogar zum Stadthaus gefahren und hat ein Interview mit dem Leiter des Grünflächenamts geführt. Eine andere hat sich getraut einen Vorschlag zu machen, bei dem sie ein ganzes Stadtviertel umgestalten und begrünen würden.

Insbesondere die Beschäftigung mit der eigenen Stadt und Fragen wie „*Kann Köln eine ökologische Stadt werden?*“ oder „*Wie sieht eure Stadt Köln im Jahre 2050 aus?*“ veranlassen die Schüler*innen dazu, sich den Gestaltungs- und Entwicklungsaufgaben anzunehmen, welche gleichzeitig die entsprechenden Kompetenzen zum Vorschein bringen. Die Schüler*innen zeigen, dass sie sich mit diesem naturwissenschaftlichen Thema sachgerecht und durchdacht (Hoffmann, 2012) auseinandersetzen können und wollen. Sie machen sich zumindest Gedanken über ökologische und nachhaltige Sachverhalte und wenden ihr (gelerntes) Wissen in ihren Projekten an (de Haan & Gerhold, 2008). Nach Dörner (2010) werden Menschen, die handeln sollen, „dies nur tun, wenn sie sich zumindest in minimaler Weise dafür kompetent fühlen. Sie brauchen die Erwartung, dass ihr Handeln letztlich doch erfolgreich sein könnte.“ (Dörner, 2010, S. 327). Daher sollte darauf geachtet werden, dass die Schüler*innen das Gefühl haben kompetent zu sein. Das kann zum einen beispielsweise durch das ‚fächerübergreifende Modul‘ und zum anderen durch Ermutigung und Unterstützung durch die studentischen Betreuer*innen gewährleistet werden.

7.4.3 Verknüpfung mit den Modellen

An dieser Stelle sollen die in Kapitel 3.3 vorgestellten Modelle zum Kompetenzgewinn sowie zum Lehren und Lernen aufgegriffen werden und miteinander verknüpft sowie in Zusammenhang mit dem K.Ö.L.N.-Projekt diskutiert werden. Will man die Modelle von Bybee (1997) und Blömeke et al. (2015) mit dem von Leisen verknüpfen, macht es Sinn bei dem

Modell von Blömeke et al. (2015) zu beginnen. Die ‚mitgebrachte‘ Disposition der Schüler*innen beinhaltet Vorwissen, Wahrnehmung und Kompetenzen, bestehend aus der Summe der kognitiven, affektiven und motivationalen Merkmale. In dieser Arbeit sind diese konkret: die Art, wie sie lernen, ihr Vorwissen zum Stadtklima, ihre methodischen, experimentellen und ihre Handlungskompetenzen. Zu Beginn des K.Ö.L.N.-Projekts kann man nun nach den Ergebnisanalysen davon ausgehen, dass die methodischen und experimentellen Kompetenzen der VG I und VG III aufgrund des ‚zeitlichen‘ Vorsprungs (von etwa einem halben Jahr) vermutlich besser waren als die der VG II. Sicher ist auch, dass die VG III das meiste Vorwissen zum Thema ‚Stadtklima‘ mitbrachte.

Um das Wissen und die Kompetenzen der Schüler*innen vergleichbar und messbar machen zu können, kann man das Kompetenzstufenmodell nach Bybee (2002) anwenden und abändern (Lindau, 2004). Bei einer Zuordnung des Vorwissens und der Kompetenzen in ein Stufenmodell der (stadt-)klimatischen Grundbildung nach Bybee (2002), ähnlich dem von Lindau (2004), erkennen die meisten Schüler*innen zu Projektbeginn Begriffe oder Fragen zum (Stadt-)Klima, haben aber kaum Verständnis oder Wissen über das Thema und können die Prozesse nur unzureichend erklären (Stufe I: nominelle stadtklimatische Grundbildung). Vielleicht können einige von ihnen beispielsweise korrekte Definitionen wiedergeben und Teilprozesse beschreiben, aber ihnen sind die wissenschaftlichen und klimatischen Kontexte nicht bekannt (Stufe 2: funktionale stadtklimatische Grundbildung) (siehe Abb.13).

Mit ihrer jeweiligen Disposition, ihrem Vorwissen und ihren Kompetenzen kommen die Schüler*innen in die erste von zwei Lernumgebungen (nach Leisen), dem Schülerlabor, mit komplexen Sachverhalten und Situationen (nach Blömeke et al.) und erfahren hier die erste Intervention im K.Ö.L.N.-Projekt, das ‚fächerübergreifende Modul‘ zum Stadtklima. Hier kommen die Lehr- und Lernprozesse nach Leisen zum Einsatz. Das Lehren (siehe Abb. 14) geschieht über die personale Steuerung und die materielle Steuerung. Die personale Steuerung findet größtenteils durch die Moderation (Einführung in das Projekt, Ablauf, Anleitung an den Stationen etc.) und die Rückmeldungen (Feedback, Hilfestellungen etc.) der Projektleiterin sowie der studentischen Betreuer*innen statt. Im K.Ö.L.N.-Projekt läuft die materielle Steuerung über den Projektrahmen und der eingesetzten Szenario-Methode. Sie setzen den Rahmen für beide Lernumgebungen. Im Schülerlabor werden an den Stationen weitere Aufgaben, Materialien und Methoden eingesetzt. Zum Beispiel erhalten die Schüler*innen an der Station ‚Kölner Stadtmodell‘ unter anderem die Aufgabe ein Temperaturprofil auf einer Karte einzuzeichnen, außerdem sollen sie an den Styropor-Modellen mit Fön und Strahlern experimentieren. In der Schule findet die personale Steuerung weiterhin über die Moderation

und die Rückmeldungen der Projektleiterin statt, aber nun zum Teil auch über die Lehrerin und weniger oder gar nicht über die studentischen Betreuer*innen. Das Experimentieren an Stationen fällt hier weg und die Schüler*innen kommen mit anderen Materialien, Medien und Methoden wie Filmen, Zeichnen und Entwerfen, Internetrecherchen, Interviews führen etc. in Kontakt.

In der jeweiligen Lernumgebung kommen die Schüler*innen im Lernkontext an, dem ‚Stadtklima‘. Im Schülerlabor ist der Kontext noch neu und die Lernumgebung unbekannt. Hier müssen sie erst einmal eine Vorstellung davon entwickeln, was ‚Stadtklima‘ ist und welche Elemente hierbei eine Rolle spielen, indem sie an den Stationen lernen und experimentieren. Sie halten ihre Ergebnisse auf Arbeitsblättern fest und diskutieren diese in ihren Gruppen und mit ihren Betreuer*innen. Hierdurch können die Ergebnisse teilweise vernetzt und verfestigt werden. So ist nach der ersten Lernumgebung bzw. Intervention, dem Schülerlabor, ein Wissenszuwachs und die Erweiterung einiger Kompetenzen sichtbar. Diese können in der zweiten Lernumgebung, der Schule und der Stadt Köln, eingesetzt werden, um den Unterricht zu bereichern, ihre Projekte zu bearbeiten beziehungsweise Lernprodukte zu entwickeln.

In beiden Lernumgebungen setzen bei den Schüler*innen in Hinsicht auf die Situation und die zu lernenden Sachverhalte Wahrnehmungs- und Interpretationsprozesse sowie Entscheidungen ein.

Ihr Wissen sowie eine Vernetzung des Wissens und ihre Bewertung des Projekts wurden am Ende des Projekts abgefragt. Die Schüler*innen zeigten oft gute Leistungen sowie einen signifikanten Wissenszuwachs, eine gute Vernetzung der Inhalte sowie Prozesse des Stadtklimas und bestenfalls ein bestimmtes (verändertes) Verhalten in der realen Welt (nach Blömeke et al., 2015). Aufgrund der Maps, der Aussagen der Lehrerin in den Interviews und des sichtbaren Einsatzes bestimmter Fähigkeiten, kann man davon ausgehen, dass ihre Kompetenzen in bestimmten Bereichen aber insbesondere beim Experimentieren und im stadtklimatischen Bereich erweitert wurden, so dass die meisten Schüler*innen mindestens die dritte Stufe, prozedurale naturwissenschaftliche bzw. stadtklimatische Grundbildung, des Kompetenzstufenmodells der naturwissenschaftlichen Grundbildung nach Bybee (1997, 2002) und Lindau (2004) erreicht haben. Das heißt, sie können grundlegende Prinzipien und Prozesse des Stadtklimas erklären sowie anwenden, außerdem können sie die Beziehungen zwischen den Elementen des Stadtklimas in Teilen erklären (Bybee, 1997, 2002; Lindau, 2004). Einige Schüler*innen werden möglicherweise in Ansätzen die vierte Stufe, multidimensionale naturwissenschaftlich bzw. stadtklimatische Grundbildung, erreicht haben. Das kann allerdings in dieser Untersuchung nicht sicher nachgewiesen werden.

7.5 Gelingensbedingungen für die Umsetzung zukünftiger Projekte

Aus der vorangegangenen zusammenfassenden Diskussion der Ergebnisse und Erkenntnisse in Zusammenhang mit der Theorie, den Modellen, den Zielen und Forschungsfragen können Handlungsempfehlungen und Kriterien (im Generellen und für die Arbeit mit Schüler*innen und Schülergruppen im Schülerlabor) abgeleitet werden.

Eines der wichtigsten Erkenntnisse bei der Untersuchung der drei Vergleichsgruppen ist, dass der Zeitpunkt der Intervention im (achten) Schuljahr vermutlich eine entscheidende Rolle spielt. Die Gruppen VG I und VG III, die die Intervention zum Ende des Schuljahres hin gemacht haben, haben bessere Vernetzungsergebnisse gezeigt als die VG II, welche das Projekt am Anfang des Schuljahres durchgeführt hat. Es sollte aber auch beachtet werden, dass nicht nur der Zeitpunkt im Schuljahr, sondern auch die mitgebrachte Disposition der Schüler*innen. Auch die Unterrichtsform bei der Fortführung in der Schule eine Rolle spielt.

Aus den Ergebnissen und Erfahrungen lassen sich für eine gute Umsetzung eines solchen Projekts folgende Gelingensbedingungen herleiten:

- *Es ist von Vorteil, wenn die Schüler*innen schon einmal experimentiert haben. Dies gewährleistet eher, dass sie eine Idee davon haben, wie man ein Experiment durchführt. So können sie am Experimentiertag im Schülerlabor nachhaltig etwas lernen und behalten, da sie sich nicht nur auf die richtige Durchführung des Experiments konzentriert sind.*
- *Es kommt den Schüler*innen zu Gute, wenn sie vorher im Unterricht Erfahrung mit selbstständiger (Projekt-)Arbeit und deren Präsentation gemacht haben.*
- *Je jünger die Schüler*innen sind, desto eher ist eine (gute) Vorbereitung auf das Thema und das Projekt notwendig. Auch Techniken und Methoden der naturwissenschaftlichen Fächer wie Präsentationen halten, selbstständiges Arbeiten, Mapping, sollten in diesem Fall für eine erfolgreiche Durchführung und gute Lernerfolge vorher geübt werden (vgl. Punkt 1 und 2).*
- *Für die Implementierung eines fächerübergreifenden Themas im Lehrplan oder Schülerlabor, die Durchführung eines solchen Projektes oder die Behandlung komplexer (Lern-)Inhalte, sollte möglichst ein Fundament durch ein Basismodul bzw.*

einführendes Modul gelegt werden. Ein roter Faden oder auch ein zentrales Element sollte hierbei den ersichtlichen Kern bilden.

- Studentische Betreuer*innen und auch die Projektleiterin sollten inhaltlich, fachwissenschaftlich, methodisch, didaktisch etc. vorbereitet sein.*
- Im Schülerlabor bzw. im Unterricht sollte immer gutes sowie genügend Material zur Verfügung stehen. Die Schüler*innen sollten ebenfalls eigene Recherchen machen, eigenes Material und Lernprodukte entwickeln können. Dies ermöglicht einen nachhaltigen Nutzen und eine Erinnerung über eine längere Zeit.*
- Nachhaltiges Lernen und eine bessere Vernetzung der Inhalte des Themas treten eher ein, wenn das Thema als Projekt(-arbeit) für die Schüler*innen aufbereitet oder in der Nachbereitung als Projektarbeit gehandhabt wird.*
- Da das Projektarbeiten zusätzlich motivierend auf die Schüler*innen wirkt, sollte ein Rahmen geboten werden, in dem sie viele Entscheidungen eigenständig treffen und umsetzen können, in dem sie aber nicht unter- oder überfordert werden.*
- Falls aufgrund zeitlicher, curricularer, materieller oder ähnlicher Gründe keine Projektarbeit durchgeführt werden kann, empfiehlt es sich zumindest eine ausführliche Doppelstunde als Nachbereitung einzuplanen.*
- Zur Visualisierung der Lernergebnisse und Lernerfolge sollten Tests gemacht werden, entweder in Form von Multiple-Choice-Fragen oder im dichotomen Fragen-Format. Falls man qualitative Ergebnisse erhalten möchte oder die Verschriftlichung sowie die wissenschaftliche Sprachgenauigkeit der Schüler*innen überprüfen und eventuell fördern möchte, können auch offene Fragestellungen gewählt werden. Um die Vernetzungen bzw. das vernetzende Denken der Schüler*innen zum Thema zu visualisieren, sollten vor und nach jeder Intervention oder dem Projekt (strukturierte) Maps von den Schüler*innen erstellt werden. So kann die Lehrperson relativ einfach sehen, welche Prozesse die Schüler*innen verstanden haben. Diese Methode könnte man auch erweitern, in dem man die Schüler*innen einfache Begleitsätze zur Erklärung ihrer Maps schreiben oder laut sagen lässt (vgl. Methode: lautes Denken).*

Für die Übertragbarkeit in den normalen Schülerlaboralltag sowie auf andere Besuchsklassen im Schülerlabor und auf Kooperationen gilt es, neben den oben genannten Voraussetzungen und Handlungsempfehlungen (zusammen: Gelingensbedingungen), noch weitere Aspekte zu beachten.

Ein Projekt, wie das K.Ö.L.N.-Projekt mit dem engen Zeitrahmen und in dieser Gestalt, ist für Schüler*innen von Haupt- und Förderschulen vermutlich nicht zu schaffen. Die Ergebnisse zeigen, dass selbst die teilnehmenden gymnasialen Schüler*innen, die ein hohes Lernniveau haben, teilweise Schwierigkeiten mit den neuen sowie komplexen Inhalten und dem Zeitrahmen hatten, was vermuten lässt, dass ebenfalls Schüler*innen der Real- und Gesamtschule Probleme haben könnten. Im Falle einer Durchführung des kompletten Projekts mit Schüler*innen anderer Schulformen und/ oder Schüler*innen aus jüngeren Jahrgangsstufen, empfiehlt es sich daher auf Grundlage der Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit die Inhalte mit Blick auf die Schulform und der Jahrgangsstufe entsprechend didaktisch zu optimieren und mehr Zeit im Labor, für die Nachbereitung und die Projektarbeiten einzuplanen. Ansonsten könnten die Schüler*innen schnell unter Zeitdruck geraten und überfordert sein.

Zeit ist ein Aspekt, der im Allgemeinen eine entscheidende Rolle spielt. Sei wie zu Beginn dieser Arbeit bereits erwähnt, dass die Schulcurricula zu wenig Zeit zulassen, um größere, fächerübergreifende Themen, wie das ‚Stadtklima‘ zu behandeln, die Laborzeit bzw. Experimentierzeit mit den Schüler*innen zu kurz ist oder auch die Zeitanpassungen, die man zwischen Kooperationspartnern wie der Universität und der Schule bewerkstelligen muss. Daher ist Kompromissbereitschaft hier wichtig. Die Universität muss immer die Schulzeiten und auch den Stundenplan der Schüler*innen mit im Blick haben, um gut mit Schulen zu kooperieren. Im Gegenzug sollten Schulen versuchen ihre Stundenpläne und Curricula etwas flexibler zu gestalten, indem sie beispielsweise Lehrpersonen in bestimmten Fächern (vor allem in den Wahlfächern) mehr Freiraum und Entscheidungsfreiheit bezüglich der Inhalte und Ausführungen geben. Da viele Schulen mittlerweile auch nachmittags Unterricht haben oder Ganztagschulen sind, könnten sie auch nachmittags Blöcke frei machen für kreatives, freies, experimentelles Arbeiten oder für die Teilnahme an eben solchen Projekten.

Bei einer Kooperation sollte das Wissen der Lehrperson über ihrer Schüler*innen und deren Können sinnvoll genutzt werden. Die Lehrperson kann und sollte nicht nur deswegen als Experte eingesetzt werden, sondern auch weil sie nahe am Geschehen ist, nützliche Tipps geben und unterstützend mitwirken kann.

Studierende, die bei einem derartigen Projekt oder Kooperation mitwirken, sollten sich zur Vorbereitung möglichst mit allen Inhalten, Methoden, Materialien und (Lern-)Zielen des Projekts bekannt machen und auseinandersetzen. Sie sollten sich didaktische Überlegungen zu der Schülergruppe machen, sich eigene Ziele setzen und reflektierend handeln. Dies verleiht ihnen mehr Sicherheit, Selbstbewusstsein und Übung, welche sie für die Arbeit mit den Schüler*innen brauchen.

7.6 Kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen - Methodenkritik

Aufgrund des Umfangs und der unterschiedlichen Datenerhebungen ist eine kritische Auseinandersetzung mit der vorliegenden Arbeit und ihren Ergebnissen erforderlich. Im Folgenden werden Kritikpunkte erläutert, diskutiert und teils werden Verbesserungsvorschläge genannt.

Beginnend wurde die Arbeit und Durchführung des Projektes durch (Um-)Bauarbeiten im Laborbereich, fehlerhafte Angaben bezüglich der Labornutzung und -zeiten etc. erschwert. So kam es dazu, dass es einmal kein laufendes Wasser im Labor gab und ein anderes Mal musste die Klasse wieder in die Schule geschickt werden, da der Laborbereich aufgrund von Bauarbeiten nicht betreten werden durfte, die Projektleiterin jedoch nicht über diese Umstände informiert wurde.

In dieser Arbeit wurde das Zeitmanagement schon mehrfach erwähnt und ist daher eines der größeren Kritikpunkte. Aufgrund der Unerfahrenheit der Projektleiterin und der Tatsache, dass die zu untersuchenden Schülergruppen recht unbekannt waren, war es schwierig einzuschätzen wieviel Zeit die Schüler*innen für bestimmte Aufgaben brauchen werden. Hinzu kamen äußere Faktoren wie die Mitarbeit der studentischen Betreuer*innen, die unterschiedlich schnell Inhalte vermitteln konnten und auch die unterschiedlichen Stundenpläne der Betreuer*innen, das enge Zeitfenster, das die Schule nur bot (45 bis 90 Minuten pro Sitzung), und die zur Verfügung stehenden Laborzeiten. Die Vorbereitung auf Labor- und Projekttag braucht viel Planung, Organisation und am besten mehr Erfahrung auf Seiten der Projektleiterin. Diese Aspekte wurden und werden bei erneuten Durchführungen beachtet und mehr gewährleistet. Auf die Schüler*innen können sich Betreuer*innen und Projektleiterin nur bedingt und mit Informationen durch die Lehrperson vorbereiten. Die Lehrperson kann natürlich auch die Schüler*innen auf das Thema und Projekt vorbereiten, dies war aber bei der vorliegenden Arbeit mit K.Ö.L.N.-Projekt explizit seitens der Projektleiterin nicht erwünscht. Die studentischen Betreuer*innen werden zum einen von der Projektleiterin vorbereitet und haben zum anderen den Auftrag sich ebenfalls gut auf das Projekt und vor allem ihre Stationen vorzubereiten, so dass die Schüler*innen diese auch in der vorgegebenen Zeit schaffen. Das hat im Projekt leider nicht immer reibungslos geklappt, so dass man genauer überlegen musste, wie man die Studierenden noch besser vorbereiten und motivieren kann, auch damit sie mehr Selbstsicherheit erlangen. Diese Kritik stammt auch zum Teil von der Expertin, die die

studentischen Betreuer*innen der VG II als schlechter vorbereitet und unsicherer empfand. Diese Erfahrung hat jedoch zur Weiterentwicklung des Schülerlabors beigetragen. Einige Studiengänge haben die Teilnahme am Schülerlabor nun in Seminaren verpflichtend im Studienplan verankert. Oder die Studierenden machen ihr Berufsfeldpraktikum, ihre Abschlussarbeit oder ähnliches im Schülerlabor. Der Umgang und die korrekte Vorbereitung der Studierenden auf die Arbeit im Schülerlabor wurde seit Beginn des Projekts immer wieder evaluiert, weiterentwickelt und vereinheitlicht. Sie haben nun mehr Gelegenheit vorab zu hospitieren, zu üben und eigene Ideen zu integrieren.

Da die Projektleiterin, vor allem bei der ersten Vergleichsgruppe, Stationen betreut hat, sind Versuchsleiter-Effekte, auch Pygmalion-Effekte genannt, erstmals von Rosenthal und Jacobsen im Jahre 1965 beschrieben, nicht auszuschließen (Watzlawick, 2008). Zusammenfassend handelt es sich bei diesen Versuchsleiter-Effekten um (positive, zum Teil unbewusste) Projektionen und Erwartungen des Leiters oder der Lehrperson auf die Versuchsperson oder auf die Schüler*innen, die dazu führen, dass die Versuchsperson oder die Schüler*innen beispielsweise eine gesteigerte Leistung zeigen (Watzlawick, 2008). Es ist denkbar, dass dieser Effekt aufgrund der ohnehin schon sehr motivierten Schüler*innen und der engen Zusammenarbeit aufgetreten ist.

Ein weiterer erwägenswerter Faktor ist die teilweise unterschiedliche Behandlung der Vergleichsgruppen. Für bessere und eindeutiger Ergebnisse zwischen den Gruppen, wäre es besser gewesen, wenn die Testate der VG III denen der VG I und VG II geglichen hätten. Dies betrifft vor allem den Umfrageteil, der für die VG III im Prätest völlig entfällt. Somit konnten sie nicht bei der Analyse diverser Meinungs- und Selbsteinschätzungsfragen sowie bei der Typisierung berücksichtigt werden. Auch fehlt in ihrem Posttest die Frage F14, bei der es um die Versiegelung in der Stadt geht. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, dass es bei dieser Arbeit nicht von Anfang an geplant war, eine dritte Gruppe zu untersuchen. Als sich die Möglichkeit ergab, wurden aufgrund fehlender Betreuer*innen und des kleinen Zeitfensters einige Veränderungen, wie das Weglassen der Station ‚Kölner Oberflächen‘, vorgenommen. Dadurch, dass die Station ‚Kölner Oberflächen‘ im fächerübergreifenden Modul (aus Zeitgründen und wegen des Einfachheitsgrades) für die VG III wegfiel, fiel auch die dazu inhaltlich passende Frage F14 im Posttest 1 für sie weg. Man hätte ihnen diese Frage stellen und somit kontrollieren können, ob die Station überhaupt hilft, die Frage zu beantworten und wie gut die VG III die Frage im Vergleich zur VG I und zur VG II beantwortet hätte. Die VG III hat zwar eine Nachbereitungsstunde erhalten und den Posttest 1 geschrieben, interessant wären aber sicher auch die Ergebnisse eines zweiten Posttests vier bis fünf Wochen nach der

Nachbereitungsstunde, um einen weiteren Vergleich zwischen den Gruppen ziehen zu können und um tatsächlich eine Art Kontrolle zu haben. Neben den Testaten, wurde bei der VG III aufgrund der wenigen Betreuer*innen statt reinen Stationenlernens eine Lerntheke aufgebaut, bei der sich die Schüler*innen nach einem Plan die jeweiligen Materialien für die Stationen an ihren Tisch holen konnten und mit Hilfe ausgedruckter Anleitungen möglichst selbstständig experimentieren sollten. Wenn sie nicht weiterkamen, Unterstützung brauchten oder Fragen hatten, konnten sie die studentischen Betreuer*innen ansprechen. Außerdem wurde bei der VG III das Arbeitsblatt zur Station ‚Kölner Stadtmodell‘ von zwei Studierenden abgeändert und getestet. Mit den Schüler*innen der VG III wurden ebenfalls aus Zeitgründen keine Interviews geführt. Aufgrund dieser genannten Aspekte bei der Durchführung, den Testaten etc. sowie der Nutzung des ‚listenweisen Fallausschusses‘ bei den statischen Analysen, kommt es je nach Daten und Analysemethoden zu unterschiedlichen Grundgesamtheiten, Berechnungsgrundlagen und Merkmalsausprägungen.

Die Itemanalyse der Testate in Kapitel 6.5.5 zeigt, dass alle Analysen nach Ausschluss von einigen Items eine Reliabilität von $\alpha \geq 0,5$ erreichen. Diese Reliabilität ist zwar niedrig, aber akzeptabel. Einer der Gründe für die niedrige Reliabilität ist anscheinend die Verwendung von verschiedenen Frageformaten. Statt drei oder vier verschiedene Frageformate in den Testaten zu verwenden, wären eine oder zwei vermutlich besser, zum Beispiel nur dichotome und Multiple-Choice-Fragen. Zudem sollten die Items präziser gestaltet sein. Dazu gehört, besonders in dieser Studie, die Anwendung von besseren Distraktoren bei den Multiple-Choice-Fragen. Für die Analyse der Tests in SPSS musste aufgrund der unterschiedlichen Frageformate sehr viel umcodiert und umgerechnet werden, um überhaupt ein Codierungssystem zu finden, das größtenteils auf alle Testat-Daten anwendbar ist.

Zudem zeigten vor allem die Fragen F6 und F11 (teilweise auch F5, F7 und F10) einen Deckeneffekt auf, so dass Unterschiede in den Leistungen der Schüler*innen im sehr guten Bereich nicht ermittelt werden können. Das heißt, das Niveau der genannten Fragen ist wahrscheinlich zu niedrig, da alle Schüler*innen Höchstwerte schaffen. Diese Fragen gehören zu den Items die bei der Itemanalyse entfernt werden um die Reliabilität zu erhöhen.

Ein anderes Problem könnten Wording-Fehler sowie unklare Instruktionen seitens der Projektleiterin und der studentischen Betreuer*innen, die zu Missverständnissen oder ähnlichem bei den Schüler*innen geführt haben könnten.

Des Weiteren kann man kritisieren, dass vor und nach der ersten Intervention keine Maps erstellt wurden, sondern erst nach der zweiten Intervention. So gibt es keine Möglichkeit bei den Schüler*innen etwaige Vernetzungen zum Thema vor dem Projekt und zwischen den

Interventionen festzustellen und zu visualisieren, was zugleich bedeutet, dass man eine Entwicklung der Vernetzung der Inhalte nicht nachvollziehen kann. Man kann anhand der Prätests aber davon ausgehen, dass die Vernetzung der Inhalte zum ‚Stadtklima‘ vor dem Projekt nicht so gut war. Bei der Fortführung der Kooperation mit der Liebfrauenschule wurde dies geändert. Die Schüler*innen erstellen vor der Intervention im Schülerlabor (also im Prätest) und nach der Intervention sowie Nachbereitung eine Map.

Man hätte auch nach der zweiten Intervention in der Schule ein weiteres Interview mit den Schüler*innen führen können. Dies wurde aus Zeitgründen, und auch weil die Schüler*innen die Maps erstellen sollten, nicht gemacht. Generell ließen sich hinsichtlich der Ziele und Forschungsfragen in dieser Arbeit mehr Erkenntnisse aus den Maps gewinnen, als aus den Interviews. Bei der weiteren Kooperation wurden daher auch keine weiteren Interviews mit den Schüler*innen gemacht. Falls man jedoch Daten mit Interviews erheben will, sollten diese gut vorbereitet sein, besser mit zwei statt mit vier Schüler*innen geführt werden, sowie kürzer und präziser sein.

In diesem Fall unterfüttern die Feedbackbögen der Studierenden, die Interviews mit den Schüler*innen (siehe Anhang) sowie der Lehrerin als Expertin die eher quantitativ gewonnenen Daten aus den Testaten und Maps. Außerdem versetzen die Interviews und Feedbackbögen den Rezipienten teils in die Perspektive der unterschiedlichen Akteure. Eventuell hätte dennoch auf die Interviews mit den Schüler*innen verzichtet werden können, da sie in den Testaten schon einige Meinungsfragen beantworten und sich und das Projekt mit Noten bewerten.

Zu überlegen wäre, ob man für weitere Durchführungen des Projekts oder für ähnliche Projekte im Schülerlabor die Bedürfnisse der Schüler*innen bezüglich Themen und Umsetzung beziehungsweise der Studierenden im Hinblick auf die Arbeit mit den Schüler*innen im Labor durch Design-Thinking-Methoden abfragt. So könnten unterschiedliche Prototypen für Stationen oder Projekte entwickelt und getestet werden, bevor sie komplett implementiert werden.

8 Fazit und Ausblick

8.1 Fazit

Die Themen ‚(Stadt-)Klima‘, ‚Klimawandel‘ und ‚Nachhaltigkeit‘ sind bei jungen Menschen aktueller denn je. Die Komplexität der genannten Themen und der vielen Systeme und ihren Interdependenzen kann ihnen hierbei Schwierigkeiten bereiten.

Ein Projekt wie das K.Ö.L.N.-Projekt hilft nicht nur dabei komplexe Inhalte zu verstehen, sondern motiviert Schüler*innen und bringt sie durch das Experimentieren an Stationen und kreativen Phasen in die Lage ihre Kompetenzen in nahezu allen Bereichen zu erweitern. Durch die lokale Auseinandersetzung mit ihrer realen Lebenswelt gibt das Projekt ihnen eine Perspektive für das, was sie selber tun können.

Das K.Ö.L.N.-Projekt verfolgte zusammengefasst zwei Ziele:

1. Eine Weiterentwicklung der Unterrichtspraxis, basierend auf der reflektierten Anwendung von Theorie.
2. Eine Weiterentwicklung der Theorien des Unterrichtens gestützt auf Erkenntnisse der praktischen Umsetzung.

Die vorangegangene zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse zeigt, dass basierend auf Anwendung von Theorie eine Weiterentwicklung der Unterrichtspraxis gelungen ist. Das Projekt wurde an verschiedene Modelle (von Bybee, Leisen und Blömeke et al. siehe Kapitel 3.3) angelehnt und bezieht verschiedene didaktische Konzepte und Theorien ein (zum Beispiel die didaktische Reduktion, Experimentieren mit Schüler*innen, die Self-Determination-Theory). Die Studienergebnisse zeigen hierbei, dass das K.Ö.L.N.-Projekt seinem Namen gerecht wird (siehe Testat- und Mapergebnisse in Kapitel 6.1, 6.6 und die Diskussion in Kapitel 7.2). Die Schüler*innen lernen das ‚Stadtklima‘ als Teil der Stadtökologie und eines größeren Klimasystems kennen und erweitern ihr Wissen sowie ihre Kompetenzen zum Thema. Sie (vor allem die VG I) schaffen es kreativ zu arbeiten und unter anderem eigene Lernprodukte zum Thema herzustellen (siehe Lernprodukte der Schüler*innen in Kapitel 6.8). Durch das Erleben bestimmter Phänomene und der besonderen Lernumgebung kann vermutet werden, dass das Projekt (mit dem Gelernten) den Schüler*innen länger im Gedächtnis bleibt beziehungsweise die Schüler*innen sogar zum eigenen Handeln anregt. Womit eine gewisse Nachhaltigkeit gegeben ist. Durch die daraus resultierende Kooperation zwischen der Universität und der

Liebfrauenschule sowie die gewonnenen Erkenntnisse, sind das Projekt und dessen Ergebnisse bereits nachhaltig und kommen bei der Zusammenarbeit mit anderen Klassen zum Tragen, zum Beispiel bei Besuchsklassen zum Klimaprojekt im Schülerlabor und bei neuen Kooperationen sowie Projekten mit Schulen, wie der Heliosschule (siehe Ausblick). Somit sind Vorschläge für die Unterrichtspraxis und das Gelingen von solchen Projekten zusammengekommen (siehe Kapitel 7.5), die größtenteils bereits bestehende Theorien und Studien bestätigen (zum Beispiel ROSE, Hattie's Metaanalyse und das Modell von Blömeke et al.).

Die vorliegende Arbeit fand am Beispiel des ‚Stadtklimas‘ heraus, dass es durchaus möglich ist Schüler*innen der Mittelstufe mit komplexen Problemen und Systemen in Kontakt zu bringen. Auch wenn sie teilweise noch Probleme mit dem abstrakten Denken haben, überwogen hier der Spaßfaktor und die Motivation, was zu guten Ergebnissen führte, also einen Lernzuwachs und bis zu einem gewissen Grad die Vernetzung des Themas (siehe Lernzuwachs bei den Testaten und die Vernetztheit mancher Maps).

Das Projekt schafft dieses in dem es, vor allem für die Vergleichsgruppe I, Frei- und Kreativräume schafft, in dem die Schüler*innen selber ihre Ideen und Lösungen entwickeln, ausprobieren und präsentieren können (siehe Lernprodukte in Kapitel 6.8). Durch das fächerübergreifende Modul wurde im Schülerlabor ein Fundament geschaffen auf dem die Schüler*innen aufbauen und es in der Schule dann (zum Teil frei) weiterentwickeln konnten und somit ihr Wissen vernetzt haben. Die Studie hat für diese Weiterentwicklung und Vernetzung herausgefunden, dass die Disposition und die Selbsteinschätzung, die die Schüler*innen mitbringen von Bedeutung ist (siehe Ergebnisse der Typisierung in Kapitel 6.7). Die Schüler*innen mit einer selbstbewussteren Disposition können sich oft besser einschätzen, als die Schüler*innen, die sich mehr Sorgen über ihr Können und das Gelingen von Aufgaben im naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs machen (siehe Ergebnisse und Diskussion der Typisierung in Kapitel 6.7, 7.1 und 7.2 sowie die Selbsteinschätzung in den Testaten). Dies ist ein wichtiger Aspekt um in komplexen Systemen den Überblick zu behalten, Situationen einzuschätzen und Entscheidungen zu treffen.

Das Obengenannte ist in Übereinstimmung mit dem Modell der amerikanischen Psychologieprofessorin Carol Dweck (2006), die ebenfalls von zwei unterschiedlichen Mindsets, dem „fixed mindset“ und dem „growth mindset“. Menschen mit dem „growth mindset“ sind bewusst oder unbewusst davon überzeugt, dass man seine Intelligenz, Persönlichkeit, sein Wissen und seinen Charakter verbessern und erweitern kann, wenn man sich bemüht. Sie nehmen Herausforderungen an und geben trotz Hindernisse nicht auf. Sie können Kritik annehmen und daraus lernen. Menschen mit dem „fixed mindset“ vermeiden laut

Dweck (2006) Herausforderungen, sie geben schnell auf und sehen Anstrengung und Kritik als etwas Negatives an. Dweck's Studien (<https://fs.blog/2015/03/carol-dweck-mindset/>, 07.01.2020) zeigen unter anderem, dass wenn man Studierenden bevor sie etwas lernen erzählt, dass wenn sie ihre Komfortzone verlassen, um Neues und Schwieriges zu lernen, sich ihre Neuronen im Gehirn erneuern und stärker vernetzen, diese Studierenden bessere Leistungen in den Tests zeigen und ihre Noten sich verbessern.

Ähnlich ist eine Erkenntnis in der vorliegenden Studie (siehe Typisierung in Kapitel 6.7, 7.1, 7.2 und 7.5) und erfüllt somit das zweite Ziel: Es ist wichtig eine Lernumgebung und Projekte zu schaffen, in denen das Selbstbewusstsein, -vertrauen und die Selbsteinschätzung der Schüler*innen trainiert und gestärkt werden kann. Ein Vorschlag ist daher, dass Lehrer*innen, Betreuer*innen, Ausbilder*innen etc. die Bemühungen und Anstrengungen der Schüler*innen sich überhaupt mit einem schwierigen und komplexen Thema auseinanderzusetzen und ihre Fortschritte dabei belohnen. Dies kann laut Dweck (<https://fs.blog/2015/03/carol-dweck-mindset/>, letzter Zugriff: 07.01.2020) in Zukunft zu einer größeren Beständigkeit in den Leistungen aber vor allem in dem Selbstbewusstsein und Selbstvertrauen der Schüler*innen bzw. Studierenden führen. Dies fördert wiederum das selbstständige Arbeiten und Forschen. Die Schüler*innen werden in die Lage versetzt vernetzter zu denken und im gleichen Zuge mehr kreative Ideen und Lösungsansätze zu generieren.

Die Ergebnisse stehen in Einklang mit dem Paper „From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education“ von Connor, Karmokar & Whittington (2015), in dem wie Projektbeispiele beschrieben werden, in denen MINT-Inhalte mit Kreativität und Methoden der Kunst(-pädagogik) zusammengebracht werden, um unter anderem selbstständiges und aktives Lernen anzuregen. In ihrem Leitfaden erläutern sie, dass es hierfür nützlich sein kann zu einem über den Tellerand zu schauen (im Sinne von in andere Fächer und Disziplinen hinein zu schauen) und zu anderen Lernumgebungen mit Raum für das ‚Spielen‘ und ‚Spaß‘ zu gestalten.

Auch die Toy Association beschreibt in ihrem Bericht „STEM/STEAM Formula for Success“ von 2019, dass neben dem formalen Lernen, informelles Lernen, also auch das ‚Spielen‘ (und Spaß haben), für Kinder und ihre MINT (bzw. MINT + Künste) -Fähigkeiten wichtig ist. Sie teilt die Charakteristika hierfür in zwei Kategorien von STEM/STEAM: die, die einen MINT-Aspekt erforschen und die, die ‚Spaß‘ zugeordnet werden.

Das K.Ö.L.N.-Projekt erfüllt folgende Charakteristika von STEM/STEAM, die einen MINT-Aspekt erforschen:

- das Projekt sowie die Stationen sind relativ offen gestaltet, und sie lassen das Trail-and-Error-Prinzip zu;
- Lehrpläne sowie Bildungsstandards werden herangezogen und zum Teil eingebracht;
- an mehreren Stellen werden die Schüler*innen dazu ermutigt kreativ zu sein.

Das Projekt erfüllt außerdem folgende Charakteristika von STEM/STEAM, die mit Spaß in Verbindung gebracht werden:

- es bezieht sich auf die reale Welt bzw. Umgebung (die Stadt Köln) der Schüler*innen;
- besonders das fächerübergreifende Modul gibt den Schüler*innen die Möglichkeit an den Stationen ‚hands-on‘ zu arbeiten
- an verschiedenen Stellen im Projekt begegnet den Schüler*innen das Problemlösen;
- durch das selbstständige Arbeiten und Gestalten im Projekt kann das Selbstvertrauen gefördert und erweitert werden;
- durch die Gruppenarbeit und die Beschäftigung mit der realen Umwelt werden soziale und emotionale Fähigkeiten gefördert und erweitert.

(Siehe Abbildung im Anhang).

Die Schüler*innen haben laut eigener Aussage im K.Ö.L.N.-Projekt viel über die eigene Stadt und somit viel über die reale Umwelt gelernt, was auf eine vertikale Vernetzung der Inhalte hinweist (siehe Interviews im Anhang). Bei zwei der Vergleichsgruppen ist ein signifikanter Lernzuwachs nach dem Projekt vorhanden und zusätzlich wird in Abhängigkeit des Durchführungszeitpunkts im Schuljahr (eventuell auch in Abhängigkeit vom Alter) eine gute Vernetzung der gelernten Inhalte gezeigt.

Die studentischen Betreuer*innen nehmen eine intensive Erfahrung mit, bei der sie über mehrere Wochen hinweg mit den gleichen Schüler*innen arbeiten und sich selber dabei weiterentwickeln konnten. Für die meisten Studierenden im Projekt und nun auch später im ‚Seminar zum Schülerlabor‘ ist dieses (oft erstes) Zusammenarbeiten mit Schüler*innen ein prägendes Erlebnis im Studium, das sie sehr wertschätzen (siehe Kapitel 7.1.6 und Anhang). Häufig merken sie erst durch das Mitwirken am Projekt oder im ‚normalen‘ Schülerlaborbetrieb, wie wichtig es für sie ist, als angehende Lehrperson mit (mindestens) einem naturwissenschaftlichen Fach, einen Blick in die ‚benachbarten‘ Fächer zu werfen und zu erkennen, dass es viele Phänomene gibt, die an Mehrwert gewinnen, wenn sie fächerübergreifend behandelt werden. Das Feedback der studentischen Betreuer*innen hilft sehr das Projekt und das Konzept des Schülerlabors zu verbessern und auch für spätere Studierenden förderlicher zu gestalten. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist es auch hier

wünschenswert, dass die Studierenden, wie in ihren Feedbackbögen und der vorgestellten Umfrage (in Kapitel 7.1.6), Methoden und Material aus dem Projekt und dem Schülerlabor später in ihrem Unterricht einsetzen und so zu Multiplikatoren werden.

Durch die gute Zusammenarbeit im Projekt und über die Zeit mit der Liebfrauenschule und der Expertin, Frau Kasper, ist es gelungen zwischen der Universität und einer Schule eine besondere sowie konstante Art der Netzwerkbildung mit gutem Austausch zu erreichen.

Trotz einiger Kritikpunkte (in Kapitel 7.6), kann in Hinblick auf die Ziele des Projekts festgestellt werden, dass diese erreicht wurden. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dieser Arbeit führten zu einer Verbesserung der Gelingensbedingungen (siehe Kapitel 7.5) im Schülerlabor und der Arbeit im Seminar sowie der Gestaltung derselben und ähnlicher Projekte. Wie oben bereits angedeutet gab es aus den Erfahrungen und Ergebnissen des Projekts viele wichtige Hinweise und Erkenntnisse die dem Regelbetrieb des Schülerlabors zu Gute kamen und noch kommen, wie zum Beispiel den Versuch zumindest in den abschließenden Diskussionen mit den Schüler*innen die Inhalte zusammenzubringen und zu verknüpfen. Oder die Entscheidung im Regelbetrieb von ursprünglich vier 40-minütigen Durchgängen auf drei 45 bis 50-minütigen Durchgängen pro Klasse zu wechseln, damit die Schüler*innen und Studierenden weniger Zeitdruck haben und mehr Raum für Fragen und Diskussionen da ist. Zusätzlich kommt das erlangte Wissen über die Planung, Durchführung und den Umfang eines solchen Projektes mir als Projektleiterin und wissenschaftliche Leiterin im Schülerlabor sowie bei der Beratung der Studierenden zu Gute. Die Strukturen zur Verankerung von studentischen Abschlussarbeiten, zur Durchführung von Praxisprojekten oder zur Erprobung von Unterrichtseinheiten profitieren von diesem Wissen.

Die Lehrerin bzw. die Expertin glaubt an das Zukunftspotenzial des Projekts und kann sich vorstellen, dass Kooperationen mit weiteren Schulen aus der Umgebung der Universität entstehen könnten. Ihr Desiderat ist eine noch engere Zusammenarbeit mit einer besseren Vernetzung zwischen Schulen und den universitären Didaktiken, unter anderem um den Studierenden eine bessere Vorbereitung zu bieten und den Übergang zwischen Studium und Referendariat zu erleichtern. Hinzu kommt, dass die Universität mehr Möglichkeiten hat sich an Themen und Methoden außerhalb des Curriculums zu wagen und ihre Eignung für Schüler*innen zu testen und zu erforschen. Hier kann in Kooperationen mit Schulen etwas über den Tellerrand geblickt werden um Chancen, Möglichkeiten und Grenzen bei neuen Themen und Methoden auszuloten.

Wenn Universitäten, Lehr-Lern-Labore und ähnliche es schaffen sich zeitlich etwas an Schulen anzupassen und die Angebote zu bewerben, lassen sich durchaus gute (und dauerhafte)

Kooperationen sowie gute Forschungsprojekte entwickeln. Die Schulen sollten versuchen sich diese Freiräume und Flexibilität für Kooperationen zu schaffen. Der Erfahrung nach hängt oft die ganze Organisation und das Engagement für solche Projekte an einer Lehrperson. Daher wäre es von meiner Seite ein Desiderat unter anderem diese Lehrpersonen mehr zu entlasten, so dass sie Zeit haben für Projekte und Kooperationen, aber auch die angehenden Lehrer*innen im Studium bereits den Mehrwert von Projekten und Kooperationen mit Universitäten und Lehr-Lern-Laboren nahe zu bringen. Die vor einigen Jahren vorgenommene Verankerung des ‚Seminars zum Schülerlabor‘ als Teil des Studiums in der Physikdidaktik sorgt dafür, dass Studierende früh im Studium in einem geschützten Rahmen mit Schüler*innen und Schule in Kontakt kommen und es zeigt sich, dass einige von ihnen in und nach dem Referendariat als Lehrer*in mit ihren Klassen wiederum die Angebote des Schülerlabors wahrnehmen.

8.2 Ausblick

Zurzeit wird eine Kooperation mit der sich im Aufbau befindenden Inklusiven Universitätsschule (IUS), auch bekannt als ‚Heliosschule‘, im Bereich Schülerlabor und dem Thema ‚Wetter und Klima in der Stadt‘ gegründet und weiterentwickelt. Beide Einrichtungen könnten durch ihre innovativen Konzepte, Forschungsansätze und offenen Methoden gegenseitig voneinander profitieren.

Das K.Ö.L.N.-Projekt wird aktuell weiterhin jedes Jahr mit der Liebfrauenschule durchgeführt. In den letzten Jahren sind weitere Modifizierungen hinzugekommen, wie zum Beispiel der Einsatz einer im Medienseminar entwickelten Simulation zur Konvektion in Städten für die Station ‚Kölner Stadtmodell‘. Es wurden in einem Prä-Posttest-Verfahren weitere Daten gesammelt. Die Schüler*innen erstellen mittlerweile vor und nach der Intervention eine Map. Diese Daten der letzten drei Jahre werden noch ausgewertet. Immer häufiger werden im K.Ö.L.N.-Projekt sowie im ‚normalen‘ Klimaprojekt im Schülerlabor im Rahmen von Abschlussarbeiten und der Weiterentwicklung Design-Thinking und Design-Based-Research eingesetzt. Sie bieten die Möglichkeit Lernprodukte und -einheiten besser an die Bedürfnisse bestimmter Schüler*innen und Schülergruppen anzupassen. Dies ist besonders wertvoll im Hinblick auf die Arbeit mit inklusiven Schulklassen. Mit den oben genannten Methoden lernen Studierende Prototypen zu entwickeln, diese zu testen und in Zyklen immer wieder anzupassen. Somit kommen sehr schülerzentrierte Lernprodukte, -konzepte, -einheiten etc. zustande. Diese werden mittlerweile oft in enger Zusammenarbeit mit dem ebenfalls im Physikdidaktik-

Studium an der Universität zu Köln verankerten Medienseminar entwickelt und erstellt. Durch diese Zusammenarbeit entstehen Einheiten mit ‚Hands-on-Experimenten‘ und digitalen Lernprodukten und -einheiten. Digitalisierung ist ein weiterer wichtiger Punkt für die Zukunft des K.Ö.L.N.-Projekts, der Lehr-Lernlabore, der Schulen, des Lehramtsstudiums etc. Die aktuelle Studie „Jugend, YouTube, Kulturelle Bildung“ des Rats für Kulturelle Bildung mit einer Befragung von 818 Jugendlichen zeigt, dass 86 % der Jugendlichen regelmäßig YouTube verwenden. Hierbei verwenden 50 % die Plattform auch zum Lernen (https://www.rat-kulturelle-bildung.de/fileadmin/user_upload/pdf/Studie_YouTube_Webversion_final.pdf, letzter Zugriff: 27.11.2019). Daher sollte es in der didaktischen Forschung ein Anliegen sein, digitale Konzepte, Lernprodukte und -einheiten zu entwickeln, die in der Schule und auf Plattformen einsetzbar sind.

8.2.1 Zukunft und Empfehlungen für die Stadt Köln und das Stadtklima

Köln als größte Stadt in Nordrhein-Westfalen muss sich auf stadtklimatische Veränderungen einstellen. Das heißt zum einen ‚Mitigation‘, die Vermeidung von Aspekten, die sich negativ auf das Stadtklima auswirken, wie vermehrter Schadstoffausstoß oder das Verwenden bestimmter Baumaterialien und zum anderen ‚Adaption‘, zum Beispiel die Anpassung an neue Gegebenheiten, wie mehr Hitzetage, extremere Wetter- und Klimaereignisse. Eine Folge der vergangenen und aktuellen Klimaveränderungen in der Region (Kölns) ist zum Beispiel „die phänologische Vegetationszeit im Niederrheinischen Tiefland und in der Kölner Bucht, die im Vergleich zu der Zeit von 1961-1990 (215 Tage) um 8 Tage auf 223 Tage für den Zeitraum von 1991-2009 gestiegen ist.“ (DWD). Köln gehört ebenfalls zu den Städten, die mehr als fünf Hitzetage mehr in den nächsten fünfzehn bis zwanzig Jahren haben werden sowie einen Temperaturanstieg von zwei bis vier Grad Celsius im Mittel (Gerstengarbe & Welzer, 2013). Das ‚Handbuch Stadtklima‘ (2010) sieht verschiedene Handlungsfelder vor, in denen Anpassungs- und Vermeidungsstrategien für die Stadt durchzuführen sind.

Auch Endlicher & Krees (2008) ist davon überzeugt, dass für Stadtregionen Anpassungsstrategien entwickelt werden müssen: „Aus Sicht der Stadtplanung sind insbesondere Maßnahmen von Bedeutung, die Auswirkungen auf die Temperaturen in urbanen siedlungsräumen (Hitzeinseln) und auf den lokalen Wasserhaushalt (Überschwemmungen) abschwächen. (...). Maßnahmen zur Verringerung von Wärmeinseln in Städten sind z.B. das Freihalten von Frischluftschneisen, die Beschattung von Straßenzügen durch Bäume, die

Anlage von begrünten Straßenbahngleisen oder der Bau von begrünten Dächern. Neben diesen ‚grünen‘ Maßnahmen werden auch ‚blaue‘ diskutiert, also die Einbindung von im Sommer kühlenden Wasserflächen in die Stadtlandschaft“ (Endlicher & Krees, 2008, S. 440 f.).

Weitere Maßnahmen sind zum Beispiel die Erhöhung des städtischen Albedos, des Abstrahlungseffekts, und passive Kühlung von Gebäuden. Die Verringerung von Emissionen und die Luftreinhaltung gehören zu weiteren notwendigen Anpassungsstrategien. Ein Projekt, das es bereits in Köln gibt und viele Partner aus verschiedenen Bereichen einbindet, ist ‚SmartCity Cologne‘ (SSC), deren Ziel es ist, Folgendes zu werden, eine „nachhaltige, intelligente, zukunftsfähige, lebenswerte Stadt, welche technische und soziale Innovationen generiert und dabei ganzheitlich und integrativ entwickelt wird. Dabei ist SSC sowohl Vision und Langfristziel, Reallabor sowie Prozess.“, Barbara Möhlendick über Köln in ‚Smarter Cities – better life?‘ (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2017, S. 11).

Am 09. Juli 2019 hat der Stadtrat der Stadt Köln den ‚Klimanotstand‘ ausgerufen. Ein Bekenntnis zum Pariser Klimaabkommen, das zur Folge hat, dass künftig die Ziele des Klimaschutzes bei allen Entscheidungen des Stadtrats beachtet werden müssen.

9 Literaturverzeichnis

1. Amt für Stadtentwicklung und Statistik (Hrsg.) (2013). *Statistisches Jahrbuch Köln 2013. I. Kölner Statistische Nachrichten – 4/2013*, 91 (3)
2. Amt für Stadtentwicklung und Statistik (Hrsg.) (2019). *Kölner Statistische Nachrichten – 1/2019. Statistische Jahrbuch Köln 2018*, 95.
3. Balke, K. D. (1974). Der thermische Einfluss besiedelter Gebiete auf das Grundwasser, dargestellt am Beispiel der Stadt Köln. In *GWF-Wasser/Abwasser*, 115, 117-124.
4. Bar-Yam, Y. (1997). *Dynamics of Complex Systems*. Reading, Massachuettes. <http://necsi.edu/publications/dcs/>
5. Bauwens-Adenauer, P. (Hrsg.) (2010). *Der Masterplan für Köln: Albert Speers Vision für die Innenstadt von Köln*. Köln.
6. Becker, G. E. (2007). *Unterricht planen – Handlungsorientierte Didaktik. Teil 1*. Weinheim, Basel.
7. Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R.-J. (2015). Beyond Dichotomies. Competence Viewed as a Continuum. In *Zeitschrift für Psychologie*, 223 (1), 3-13.
8. Bortz, J. & Döring, N. (2015). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin.
9. Brosius, F. (2017). *SPSS 24 für Dummies*. Weinheim.
10. Budke, A. & Kanwischer, D. (2015). Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsfelder der Geographiedidaktik. In *Geographische Rundschau*, 67 (4). 52-57.
11. Bühner, M. (2003). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*, (Aufl. 3). München.

12. Bundesamt für Natur (2007). *Natur in der Stadt*. Bonn.
13. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2017). „Smarter Cities – better Life?“. In Bundesamt für Bauwesen (BBR) (Hrsg.). *Information zur Raumentwicklung*. (1/2017). Bonn.
14. Buzan, T. & Buzan, B. (2002). *Das Mind-Map-Buch: die Methode zur Steigerung Ihres geistigen Potentials* (Aufl. 5). Landsberg am Lech.
15. Bybee, R. W. (1997). Toward an Understanding of Scientific Literacy. In Gräber, W. & Bolte, C. (Hrsg.). *Scientific Literacy* (S. 37-68). Kiel.
16. Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy – Mythos oder Realität?. In Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & R. Evans (Hrsg.) *Scientific Literacy. Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 21-43). Opladen.
17. Bybee, R. W., & Van Scotter, P. (2006). Reinventing the Science Curriculum. The Biological Sciences Curriculum Study proposes a curriculum that puts meaningful learning first. In *Educational Leadership. Science in the Spotlight*. (2006/2007, Vol. 64., No 4., pp. 43-47). Alexandria.
18. Clausen, S. & Christian, A. (2012). Concept Mapping als Messverfahren im außerschulischen Bereich. In *Journal für Didaktik der Biowissenschaften (F)*, 3. 18-31.
19. Connor, A. M., Karmokar, S. & Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education. *iJEP (International Journal of Engineering Pedagogy)*, Vol. 5, Issue 2, 37-47.
20. de Haan, G. de & Gerhold, L. (2008). Bildung für nachhaltige Entwicklung – Bildung für die Zukunft. Einführung in das Schwerpunktthema. In *Umweltpsychologie*. 12 (2), 4-8.

21. Deutsche Gesellschaft für Geographie (Hrsg.) (2010): *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss -mit Aufgabenbeispielen-* (Aufl. 7). Bonn.
22. Deutsche Gesellschaft für Geographie (Hrsg.) (2014). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss -mit Aufgabenbeispielen-* (Aufl. 8). Bonn.
23. Dörner, D. (2010). *Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Hamburg.
24. Dunker, N. (2010). Concept Maps im naturwissenschaftlichen Sachunterricht: didaktische Rekonstruktion am Beispiel des Lerngegenstandes Feuer. In *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion* (Bd. 26). Oldenburg.
25. Dweck, C. (2006). *Mindset: The New Psychology of Success*. New York.
26. Endlicher, W. & Krees, A. (2008). „Wir müssen unsere Städte neu erfinden“. Anpassungsstrategien für Stadtregion. In Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 6/7, 437-445.
27. Engeln, K. & Euler, M. (2004). Forschen statt Pauken. In *Physik Journal*, 3 (11), 45-48.
28. Ernst Klett Verlag (Hrsg.) (2012). *Haack Weltatlas. Differenzierte Ausgabe. Nordrhein-Westfalen*. Stuttgart.
29. Euler, M., Schüttler, T., & Hausmann, D. (2015): Schülerlabore: Lernen durch Forschen und Entwickeln. In: Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (Hrsg.): *Physikdidaktik - Theorie und Praxis*, (Aufl. 3, S. 759-782). Heidelberg.
30. Europäische Konferenz über zukunftsbeständige Städte und Gemeinden (1994). *Charta der Europäischen Städte und Gemeinden auf dem Weg zur Zukunftsbeständigkeit (Charta von Aalborg)* (Konferenz). Aalborg.

31. Field, A. (2013). *Discovering Statistics using IBM SPSS statistics*. (4 ed.). Los Angeles.
32. Fezer, F. (1995). *Das Klima der Städte*. Gotha.
33. Frick, D. (2011). *Theorie des Städtebaus: zur baulich-räumlichen Organisation von Stadt* (Aufl. 3). Berlin.
34. Gableske, R. (1985). *Klima in Köln. Rückblick auf Untersuchungen und Bericht über Ergebnisse des Klima-Messnetzes*. Köln.
35. Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., Mangun, G. R. (2002). *Cognitive neuroscience. Biology of the mind*. New York, London.
36. Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften: Ein Studienbuch*. Wiesbaden.
37. Gerstengarbe, F.-W. & Welzer, H. (2013). *Zwei Grad mehr in Deutschland. Wie Klimawandel unseren Alltag verändern wird. Das Szenario 2040*. Frankfurt am Main.
38. Girardat, H. (2012). *Klimawandel und die regenerative Stadt*. (Präsentation auf 2. CSC-Jahrestagung). Hamburg.
39. Glaser, R., Beck, C. & Stangl, H. (2003). Zur Temperatur- und Hochwasserentwicklung der letzten 1000 Jahre in Deutschland. In Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.). *Klimastatusbericht 2003*, Offenbach.
40. Glaser, R. (2008). *Klimageschichte Mitteleuropas. 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen* (Aufl. 2). Darmstadt.
41. Glawion, R., Glaser, R., Saurer, H., Gaede, M. & Weiler, M. (2013). *Physische Geographie* (Aufl. 2). Braunschweig.
42. Goudie, A. (1994). *The encyclopedic dictionary of physical geography* (2. Ed.). Oxford.

43. Goudie, A. (1994). *Mensch und Umwelt: eine Einführung*. Heidelberg.
44. Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & R. Evans (Hrsg.) (2002). *Scientific Literacy. Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen.
45. Grube, C., Hartmann, S. & Mayer, J. (2008). Kompetenzstrukturmodell zum wissenschaftlichen Denken. *71. Tagung der Arbeitsgruppe für Empirische Pädagogische Forschung (AEPF) 2008*, (S. 89). Kiel.
46. Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte: Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik*. (Dissertation). <https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/16262/guderian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
47. Guderian, P., & Priemer, B. (2008). Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche – Zusammenfassung der Forschung in Deutschland. In *Physik und Didaktik in der Schule und Hochschule*, 2 (7), 27-36.
48. Hartig, J. & Frey, A. (2013). Wann sollten computerbasierte Verfahren zur Messung von Kompetenzen anstelle von papier- und bleistift-basierten Verfahren eingesetzt werden? In *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft*. 16 (1), 53-57.
49. Hartig, J. & Klieme, E. (2006). Kompetenz und Kompetenzdiagnostik. In Schweizer, K. (Hrsg.). *Leistung und Leistungsdiagnostik*, (S. 127–143), Berlin.
50. Hattie, J. (2008). *Visible Learning*. London
51. Haubrich, H. (Hrsg.) (2006): *Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie konkret*. München.
52. Haupt, O. Domjahn, J., Martin, U., Skiebe-Corrette, P., Vorst, S., Zehren, W. & Hempelmann, R. (2013). Schülerlabor – Begriffsschärfung und Kategorisierung. In *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 66 (6), 324–330.

53. Haversath, J.-B. (Hrg.) (2012): *Geographiedidaktik. Theorie – Themen – Forschung*. Braunschweig.
54. Heidorn, K. C. (1978). A Chronology of Important Events in the History of Air Pollution Meteorology to 1970. In American Meteorology Society (Hrsg.) *Bulletin of the American Meteorological Society* (Vol. 59, No. 12, pp. 1589-1597). Boston.
55. Heineberg, H. (2014): *Stadtgeographie*. Paderborn.
56. Hellberg-Rode, G. (2001). Lebensraum Stadt. In Gärtner, H., Hellberg-Rode, G. (Hrsg.) (2001). *Umweltbedingungen und nachhaltige Entwicklung*, (Bd. 2: Praxisbeispiele, 85-108). Hohengehren.
57. Hellbrück, J. & Fische, M. (1999). *Umweltpsychologie: Ein Lehrbuch*. Göttingen.
58. Hempelmann, R. (2016). Bildung für nachhaltige Entwicklung in Schülerlaboren. (Vorwort). In *LernortLabor – Bundesverband der Schülerlabore e.V.* (Hrsg.). Berlin.
59. Henninger, S. (Hrsg.) (2011). *Stadtökologie. Bausteine des Ökosystems Stadt*. Paderborn.
60. Henninger, S. (2011). Wetter und Klima vor Ort. In *Praxis Geographie*, 41 (4), 4-6.
61. Hinton, P. R., Brownlow, C., McMurray, I. & Cozens, B. (2004). *SPSS explained*. London und New York.
62. Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel.
63. Hoffmann, T. (2012). Geographieunterricht zwischen Handlungs- und Gestaltungskompetenz. Ein Plädoyer. In *Geographie und Schule*. 12, (195/34). S. 21-27.

64. Hopf, M. (2007). Problemorientierte Schülerexperimente. In Niedderer, H., Fischler, H. & Sumfleth (Hrsg.). *Studien zum Physik- und Chemielernen*, Bd. 68. Berlin
65. Hostenbach, J., Fischer, H. E., Kauertz, A., Mayer, J., Sumfleth, E., Walpuski, M. (2011). Modellierung der Bewertungskompetenz in den Naturwissenschaften zur Evaluation der Nationalen Bildungsstandards. In *Zeitschrift für Didaktik und Naturwissenschaften*, 17, 261-288.
66. Howard, L. (1833). *The Climate of London: Deduced from Meteorological Observations Made in the Metropolis and at Various Places Around it*. London.
67. Itzek-Greulich, H. (2014). *Einbindung des Lernorts Schülerlabor in den naturwissenschaftlichen Unterricht. Empirische Untersuchungen zu kognitiven und motivationalen Wirkungen eines naturwissenschaftlichen Lehr-Lernarrangements*, (Dissertation). https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/bitstream/handle/10900/60557/Dissertation_Heike_Itzek-Greulich.pdf?sequence=1&isAllowed=y
68. Jüngst, K. L. (1995). Studien zur didaktischen Nutzung von Concept Maps. In *Unterrichtswissenschaft*, 23 (3), 229-250.
69. Kanwischer, D. (Hrsg.) (2013). *Geographiedidaktik. Ein Arbeitsbuch zur Gestaltung des Geographieunterrichts*. Stuttgart.
70. Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (2015) (Hrsg.). *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg.
71. Köck, H. (2001). Typen vernetzenden Denkens im Geographieunterricht. In *Geographie und Schule*, 23 (132), 9-15.
72. Kölner Grün Stiftung (Hrsg.) (2013). *Grüngürtel. Impuls Köln. Grundlage zur Vollendung einer Vision*. Köln.

73. Koßmann, M. (2012): *Stadtklimasimulationen mit dem Modell MUKLIMO_3 zur Veränderung sommerlicher Temperaturverhältnisse durch Klimawandel und Bebauungsänderungen in Köln. Ein Beitrag zum Projekt Köln_21*. Offenbach.
74. Kross, E. (1995). Global lernen. In *Geographie Heute*, 16 (134), 4-9.
75. Kruger, J. & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it. How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. In *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, (6), 1121-1134.
76. Kuckartz, U. (2014): *Mixed Methods. Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren*. Wiesbaden.
77. Kultusministerkonferenz (KMK) (Hrsg.) (2004). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. München. Neuwied.
78. Kuttler, W. (1998). Stadtklima. In Sukopp, H. & Wittig, R. (Hrsg.). *Stadtökologie. Ein Fachbuch für Studium und Praxis* (Aufl. 2, S. 125-167). Stuttgart.
79. Kuttler, W. (2004). Stadtklima, Teil 1: Grundzüge und Ursachen. In *UWSF – Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie*, 16, 187-199.
80. Kuttler, W. (2004). Stadtklima, Teil 2: Phänomene und Wirkungen. In *UWSF – Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie*, 16, 263-274.
81. Kuttler, W. (2008). Zum Klima im urbanen Raum. In Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.). *Klimastatusbericht 2008*, Offenbach. https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb_2008.html
82. Kuttler, W. (2009). *Klimatologie*. Paderborn.
83. Kuttler, W. (2011). Klimawandel im urbanen Bereich, Teil 1, Wirkungen. In *Environmental Sciences Europe*, 23 (11), 1-12.
84. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2013). *Klimawandelgerechte Metropole Köln. Abschlussbericht. Fachbericht*

50. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen.
85. Landsberg, H. E. (1981). *The Urban Climate*. New York.
86. Latif, M. (2009). *Klimawandel und Klimadynamik*. Stuttgart.
87. LeBreton, J.M. & Senter, J.L. (2008). Answers to 20 questions about interrater reliability and interrater agreement. *Organizational Research Methods*, 11(4), 815–852.
88. Lehner, M. (2012). *Didaktische Reduktion*. Bern.
89. Leisen, J. (2005). Zur Arbeit mit Bildungsstandards. In *MNU. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 58 (5), 308-313.
90. Leisen, J. (2011). Kompetenzorientiert unterrichten. In *Unterricht Physik*, 123/124, 100-106.
91. Leisen, J. (2016). Ein Lehr-Lern-Modell für personalisiertes Lernen durch Ko-Konstruktion im adaptiven Unterricht in heterogenen Lerngemeinschaften. In Böheim-Galehr, G. (Hrsg.) (2016). *F&E Edition – Die Forschungszeitschrift der Pädagogischen Hochschule Vorarlberg*, 23. 21-30.
92. Lenz, T. (2008): Handlungsorientierung im Geographieunterricht. In: Lenz, T. (2008) (Hrsg.): *Geographie heute*, Sammelband: *Geographie unterrichten: Didaktische und methodische Wegweiser*. S. 106-111.
93. LernortLabor – Bundesverband der Schülerlabore e.V. (Hrsg.) (2016). *Bildung für nachhaltige Entwicklung in Schülerlaboren*. Berlin.
94. Lethmate, J. (2006). Experimentelle Lehrformen und Scientific Literacy. In *Praxis Geographie*, 36 (11), 4-11.
95. Lindau, A.-K. (2004). *Die stadtökologische Grundbildung in der Lehramtsausbildung: Bildungsstandards und Kompetenzstufenmodell, dargestellt an der Konzeption eines stadtökologischen Erkenntnispfades für die Innenstadt von Halle*

- (Saale). (Dissertation). <https://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/04/05H046/prom.pdf>
96. Maier, U. (2017). *Lehr-Lernprozesse in der Schule: Studium*. Bad Heilbrunn.
97. Mainzer, K. (2011). Ordnung und Chaos. Die Dynamik komplexer Systeme. In *Kultur & Technik*, 3, S. 24-29. München.
98. Matzarakis, A. (2001). Die thermische Komponente des Stadtklimas. In Meteorologisches Institut der Universität Freiburg (Hrsg.). *Berichte des Meteorologischen Instituts der Universität Freiburg (Bd. 6)*. Freiburg.
99. Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim und Basel.
100. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010). *Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel*. Essen.
101. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2011). *Kernlehrplan der Hauptschule in NRW, Gesellschaftslehre Erdkunde, Geschichte/Politik*. Düsseldorf.
102. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2011). *Kernlehrplan der Realschule in NRW. Erdkunde*. Düsseldorf.
103. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2007). *Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I (G8) in Nordrhein-Westfalen. Erdkunde*. Düsseldorf.
104. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2007). *Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I (G8) in Nordrhein-Westfalen. Erdkunde*. Düsseldorf.

105. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2008). *Sachunterrichtlehrplan*. Düsseldorf. Aus dem Internet: www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de
106. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2011). *Kernlehrplan für die Realschule in NRW. Physik*. Frechen.
107. Mitchell M. (2006): Field review. Complex systems: Network thinking. In: *Artificial Intelligence*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000437020600083X>, letzter Zugriff, 22.08.17
108. Mönter, L. & Hof, S. (2012). Experimente. In Haversath, J.-B. (Hrsg.). *Geographie: Theorie, Themen, Forschung*, S. 289-313. Braunschweig.
109. Novak, J. D. (1998). *Learning, creating and using knowledge: Concepts maps® as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah, New Jersey.
110. OECD (Hrsg.) (2009). *PISA 2009. Assessment Framework. Key competencies in reading, mathematics and science*. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf>
111. Oke, T.R. (1973). City size and the urban heat island. In Elsevier (Hrsg.). *Atmospheric Environment* (Vol. 7, Issue 8, pp. 769-779). Amsterdam.
112. Oßenbrügge, J. & Bechtel, B. (2010). Klimawandel und Stadt – Der Faktor Klima als neue Determinante der Stadtentwicklung. In: Böhner, J. & Ratter, B. M. W. (Hrsg.) (2010). *Klimawandel und Klimawirkung. Hamburger Symposium Geographie*. (Band 2, S. 97-118). Hamburg.
113. Otto, K.-H. (2008). Experimentieren im Geographieunterricht. In: Lenz, T. (2008) (Hrsg.). *Geographie heute*, Sammelband: Geographie unterrichten: Didaktische und methodische Wegweiser. S. 118-124.

114. Otto, K.-H. (2009). Experimentieren als Arbeitsweise im Geographieunterricht. In *Geographie und Schule*, 31 (180), 4-15.
115. Padberg, S. (2005). Entstehung einer Industriestadt. In *Geographie Heute*, 236, 12-14.
116. Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe* (Dissertation).
https://www.dlr.de/schoollab/Portaldata/24/Resources/dokumente/Diss_Pawek.pdf
117. Peter, C. (2015). Defizite beim Experimentieren – Welche Schwierigkeiten haben Lernende beim offenen Experimentieren im Geographieunterricht?. In Otto, K.-H. (2015) (Hrsg.). *Geographie und naturwissenschaftliche Bildung – Der Beitrag des Faches für Schule, Lernlabor und Hochschule. Dokumentation des 21. HGD-Symposiums im März 2015 in Bochum* (S. 139-154). Münster.
118. Piaget, J. & Inhelder, B. (1972). *Die Psychologie des Kindes*. Olten.
119. Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hussmann, S., Ralle, B. & Thiele, J. (2012). Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen. Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmundermodell. *MNU - Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 65 (8), 452-457.
120. Priemer, B. (2011). Was ist das Offene beim offenen Experimentieren. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 315-337.
121. Reich, K. (Hrsg.) (2010). *Methodenpool*. <http://methodenpool.uni-koeln.de>
122. Reißmann, J. (1998). Nachhaltige, umweltgerechte Entwicklung. In Beyer, A. (Hrsg.) (1998). *Nachhaltigkeit und Umweltbildung*. Hamburg.
123. Reusswig, F. (2012). *Wie der Klimawandel Lifestyle und Konsum beeinflusst*. (Präsentation auf 2. CSC-Jahrestagung). Hamburg.

124. Ringel, G. (2002): Stadtökologie und nachhaltige Stadtentwicklung. In (DGfG) (Hrsg.) (2002). *Grundsätze und Empfehlungen für die Lehrplanarbeit im Schulfach Geographie*. Bonn.
125. Ringelband, U., Prenzel, M. & Euler M. (Hrsg.) (2001). *Lernort Labor. Initiativen zur naturwissenschaftlichen Bildung zwischen Schule, Forschung und Wirtschaft*. Kiel.
126. Ryan R. & Deci, E. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. In *American Psychologist*, Vol. 55, No. 1, 68-78. New York.
127. Sauerborn, P., & Wolf, G. (2003). *Stadtökologie: Grundlagen und Beispiele für den Unterricht*. Aachen.
128. Saurer, H. (2009). Klimatologie. In Duttmann, R. Glawion, R., Popp, H., Schneider-Sliwa, R. (Hrsg). *Physische Geographie* (9-116). Braunschweig.
129. Schaller, M. (2007): *Die 10 Grundregeln für das gute Arbeitsblatt*, <http://www.arbeitsblatt-erstellen.de/>
130. Schecker, H., Neumann, K., Theyßen, H., Eickhorst, B. & Dickmann, M. (2016). Stufen experimenteller Kompetenz. In. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22, 197-213.
131. Schlünzen, K.H. (2012). *Stadtklima im Wandel – Was kommt auf deutsche Städte zu?*. (Präsentation auf 2. CSC-Jahrestagung). Hamburg.
132. Schönwiese, C.-D. (2003). *Klimatologie*. Weinheim und Basel.
133. Schönwiese, C.-D. (2013). *Klimatologie*. Weinheim und Basel.
134. Schreiner, Camilla & Sjøberg, Svein (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of*

- science and science education (pdf)*. (Acta Didactica 4/2004). Oslo.
<https://roseproject.no/key-documents/key-docs/ad0404-sowing-rose.pdf>
135. Schuhbauer, J. (1996). *Wirtschaftsbezogene Regionale Identität*. Mannheim.
136. Schuler, S. (2011). Alltagstheorien zu den Ursachen und Fragen des globalen Klimawandels. Erhebung und Analyse von Schülervorstellungen aus geographiedidaktischer Perspektive. In Geographisches Institut Ruhr-Universität Bochum (Hrsg.). *Bochumer Geographie Arbeiten* (Bd. 78). Bochum.
137. Schult, C., Bresges, A. & Schäbitz, F. (2013). Fächerübergreifende Schüleruntersuchungen zum Stadtklima Kölns. K.Ö.L.N.-Projekt: Kreatives. Ökologisches. Lernen für Nachhaltigkeit. In *PhyDid B - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung. 2013*.
<http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/author/submission/482>
138. Schult, C., Bresges, A., & Schäbitz, F. (2013). Interdisciplinary student studies on the urban climate of the city Cologne. Concepts for the implementation of a complex topic. In *eBook of the ESERA Conference 2013*.
http://www.esera.org/media/eBook_2013/strand%209/Cristal_Schult_16Dec2013.pdf
139. Schult, C. & Bresges, A. (2014). Physik als Teil des interdisziplinären K.Ö.L.N.-Projektes. In *PhyDid B - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung.2014*.
<http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/author/submission/549>
140. Schult, C. (2016). Stadtklima im Schülerlabor. In K.-H. Otto (Hrsg.), *Geographie und naturwissenschaftliche Bildung – Der Beitrag des Faches für Schule, Lernlabor und Hochschule. Dokumentation des 21. HGD-Symposiums im März 2015 in Bochum* (S. 222-234). Münster.
141. Schult, C. & Bresges, A. (2018). Stadtklima im Sachunterricht? Überlegungen zur (praktischen) Umsetzung anhand eines bereits bestehenden Projektes zum Stadtklima. In H. Köster (Hrsg.), *Stadtbilder. Perspektiven auf urbanes Leben*. (Band 9, S. 135 – 146). Baltmannsweiler.

142. Schwarz, O. (2009). Die Theorie des Experiments. Aus Sicht der Physik der Physikgeschichte und der Physikdidaktik. In *Geographie und Schule*, 180, 15–21.
143. Seel, N. M. (2003). *Psychologie des Lernens*. (Aufl. 2). München.
144. Sitte, W. & Wohlschlägl, H. (Hrsg.) (2001). *Beiträge zur Didaktik des „Geographie und Wirtschaftskunde“-Unterrichts*. Wien.
145. Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. An Overview and key findings*. <https://roseproject.no/publications/english-pub.html>
146. Souch, C., Grimmond, S. (2006). Applied climatology: urban climate. In *Progress in Physical Geography*, 30 (2), S. 270-279.
147. Spiewak, M. (2011). Wie alt ist der Weltall? In *Zeit-Online*. <https://www.zeit.de/2011/39/C-Grundschule-Forschung>
148. Steiner, E. & Benesch, M. (2015). *Der Fragebogen. Von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung* (Aufl. 5). Wien.
149. Stracke, I. (2004). *Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie. Empirische Untersuchungen am Beispiel des Chemischen Gleichgewichts*. Münster.
150. Sträter, E., Straub, W. & Wurzler, S. (2010). Die Klimaentwicklung in NRW. Beobachtungen seit Anfang des 20. Jahrhunderts. In *Natur in NRW*, 2010 (1), 39-42.
151. Straub, W., Sträter, E. & Wurzler, S. (2010). Die Klimaentwicklung in NRW. Projektionen für das 21. Jahrhundert. In *Natur in NRW*, 2010 (2), 35-37.
152. Suwelack, Waltraud (2010). Lehren und Lernen im kompetenzorientierten Unterricht. Modellvorstellungen für die Praxis: Vom Kompetenzmodell zum Prozessmodell (»Lernfermenter«). In *MNU. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 63 (3), 176-182.

153. The Toy Association (2019). *STEM/STEAM. Formula for success*. https://www.toyassociation.org/App_Themes/toyassociation_resp/downloads/research/whitepapers/stemsteam-formulaforsuccess-2019.pdf , letzter Zugriff 14.01.2020
154. Umwelt- und Verbraucherschutzamt der Stadt Köln (Hrsg.) (2003). *UVP (Umweltverträglichkeitsprüfung)-Bewertungshandbuch der Stadt Köln*. (Auszug). Köln.
155. Van de Sand, M., Griesbeck A., Henneken, H. & Ruschewitz, U. (2017). Das Schülerlabor „Unser Raumschiff Erde“. In *Chemkon. Chemie konkret*, 24 (2), 83-87.
156. Van de Sand (2017). *Unser Raumschiff Erde. Das Schülerlabor*. (Präsentation). Köln.
157. Vereinte Nationen (2007). Vierter Sachstandsbericht des IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>
158. Vereinte Nationen (UN) (2018). World Urbanization Prospects. Highlights. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>
159. Vester, F. (2002). *Die Kunst vernetzt zu denken – Ideen und Werkzeuge für einen Umgang mit Komplexität*. München.
160. Vester, F. (2012). *Die Kunst vernetzt zu denken – Ideen und Werkzeuge für einen Umgang mit Komplexität*. München.
161. Vorst, S., & Krüger, D. (2010), "Was ist ein Experiment?" - Über die Antizipation des Wissenschaftsverständnisses von 10- und 12-jährigen in der Wissenschaftskommunikation an außerschulischen Lernorten. In Harms, U. & Mackensen-Friedrichs, I. (Hrsg.). *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*, (Bd. 4, 169-185). Innsbruck.
162. Watzlawick, P. (Hrsg.) (2008). *Die erfundene Wirklichkeit. Wie wir zu wissen glauben? Beiträge zum Konstruktivismus*. München.

163. Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In Weinert, F. E. (Hrsg.): *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim/Basel. S. 17–31).
164. Wells, J. (2014). *Complexity and Sustainability*. London
165. Wenger, M., Lüdtke, O. & Brunner, M. (2018). Übereinstimmung, Variabilität und Reliabilität von Schülerurteilen zur Unterrichtsqualität auf Schulebene. Ergebnisse aus 81 Ländern. In *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (ZfE)*, 21, 929-950. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11618-018-0813-3.pdf>
166. West, G.-B. (2017). *Scale. The universal laws of life, growth, and death in organisms, cities and companies*. New York.
167. Wiktorin, D., Blenck, J., Nipper, J., Nutz, M., & Zehner, K. (Hrsg.). (2001). *Köln. Der historisch-topographische Atlas*. Köln.
168. Wiktorin, D. (2013). Graphische Modelle im Geographieunterricht. Handlungsorientierter Einsatz von und kritischer Umgang mit Modellen. In *Praxis Geographie*. 2013 (12), 4-5.
169. Wilberg, B. (2016). Köln wächst. In *Stadtrevue Köln*. 2016 (6).
170. Zehren, W. (2009). *Forschendes Experimentieren im Schülerlabor* (Dissertation). <https://publikationen.sulb.uni-saarland.de/handle/20.500.11880/22651>

9.1 Internetverweise und -quellen

1. Berechnung der Effektstärke: <http://www.statistik-und-beratung.de/2015/07/effektstaerke/>, letzter Zugriff: 10.05.2016

2. Bestimmtheitsmaß: <http://eswf.uni-koeln.de/glossar/node101.html>, letzter Zugriff: 22.06.2018

3. Cramers Phi:
https://de.wikipedia.org/wiki/Effektst%C3%A4rke#Cramers_Phi.2C_Cramers_V_und_Cohens_w, 11.05.16

4. Cronbach's Alpha: <http://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/>, letzter Zugriff: 30.10.18

5. Deckeneffekt: www.lexikon.stangl.eu, letzter Zugriff: 07.08.2018

6. Determinationskoeffizient: <http://eswf.uni-koeln.de/glossar/node101.html>, letzter Zugriff: 30.10.2018

7. Dweck, C, Mindsets: <https://fs.blog/2015/03/carol-dweck-mindset/>, letzter Zugriff: 07.01.2020

8. Effektstärke: <http://www.statistik-und-beratung.de/2015/07/effektstaerke/>, letzter Zugriff: 06.09.2019

9. Einwohnerentwicklung Köln:
https://de.wikipedia.org/wiki/Einwohnerentwicklung_von_Köln, letzter Zugriff: 03.04.2017

10. Espere: http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/Klima_kurz_gefasst/-_Stadt:tklima_217.html, letzter Zugriff: 06.04.2014

11. Hattie, J., Visible Learning: <https://visible-learning.org/de/hattie-rangliste-einflussgroessen-effekte-lernerfolg/>, letzter Zugriff: 26.03.2019

12. Historische Stadt Köln, http://www.koelnwiki.de/wiki/Das_mittelalterliche_Köln, letzter Zugriff: 30.03.2017

13. Itemschwierigkeit: <http://sites.psu.edu/itemanalysis/difficulty-2/>, letzter Zugriff: 31.10.18

14. Itemtrennschärfe: <http://sites.psu.edu/itemanalysis/discrimination/>, letzter Zugriff: 31.10.18
 15. Jugend/ Youtube/ kulturelle Bildung: https://www.rat-kulturelle-bildung.de/fileadmin/user_upload/pdf/Studie_YouTube_Webversion_final.pdf, letzter Zugriff: 27.11.2019
 16. Klimadiagramm Köln, https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Klima_Köln-Wahn.PNG , letzter Zugriff: 01.08.2019
 17. KLIPS 2, Universität zu Köln: <https://klips2.uni-koeln.de>, letzter Zugriff: 25.10.17
 18. Kölner Stadtanzeiger: „Köln wächst dramatisch“, <http://www.ksta.de/koeln/bevoelkerungszuwachs-koeln-waechst-dramatisch,15187530,22670608.html>; letzter Zugriff: 27.06.2014
 19. Köln, Stadtentwicklung: <https://de.wikipedia.org/wiki/Köln>, letzter Zugriff: 03.04.2017
 20. Köln wächst 1: <https://www.express.de/koeln/neue-zahlen-veroeffentlicht-koeln-waechst-weiter--aber-eine-altersgruppe-fluechtet-32258778>, letzter Zugriff: 31.07.2019
 21. Köln wächst 2: <https://www.ksta.de/koeln/bevoelkerung-waechst-weiter-koeln-um-mehr-als-5-000-buerger-gewachsen-32805112>, letzter Zugriff: 31.07.2019
 22. Köln wächst 3: <https://www.rundschau-online.de/region/koeln/prognose-bis-2040-stadt-koeln-waechst-in-nrw-am-staerksten-32863486>, letzter Zugriff: 31.07.2019
 23. Köln wächst 4: <https://www.stadt-koeln.de/artikel/64272/index.html>, letzter Zugriff: 31.07.2019
 24. Leisen, J., Lehr-Lern-Modell: <http://www.lehr-lern-modell.de>, letzter Zugriff: 18.10.2017
- LFS-Broschüre: http://www.lfs-koeln.de/lfs/uploads/media/broschüre_wpbII-v2016_Jgst.7-1.pdf, letzter Zugriff: 06.09.2016

25. LFS-Schulprogramm Entwurfs: http://www.lfs-koeln.de/lfs/uploads/media/Schulprogramm_LFS_Entwurf.pdf, letzter Zugriff: 06.09.2016
26. Liebfrauenschule-Homepage: <http://www.lfs-koeln.de/lfs/startseite.html>, letzter Zugriff: 06.09.2016
27. Leisen, J., Lehr-Lern-Modell: <http://www.lehr-lern-modell.de>, letzter Zugriff: 18.10.2017
28. Messstationen DWD, http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimawirk/stadtpl/projekt_koeln/stadtpl_koeln_node.html, letzter Zugriff: 04.04.2017
29. Module in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln: <https://www.mnfdidaktiken.uni-koeln.de/index.php?id=11129>, letzter Zugriff: 27.11.2019
30. Monats- und Jahreswerte (2018) für die Wetterstation Köln-Bonn. <https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/monatswerte-station.asp>, letzter Zugriff: 26.06.2019
31. NOAA, Kohlenstoffdioxidgehalt in der Luft: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>, letzter Zugriff: 14.01.2020
32. Online-Umfrage zum Schülerlabor: https://docs.google.com/forms/d/1a-COY6kS6rMsN7jmc-fzxEwRqD_qFcFYxfoI2phOESU/edit#responses, letzter Zugriff: 03.01.2019
33. Präsentation zu Cronbach's Alpha von Peter Wilhelm: http://commonweb.unifr.ch/artsdean/pub/gestens/f/as/files/4660/43349_003740.pdf, letzter Zugriff: 30.10.18
34. Schülerlabore, <https://www.schuelerlabor-atlas.de/schuelerlabore/in/Nordrhein-Westfalen>, letzter Zugriff: 25.10.17
35. Stadt Köln: <http://www.stadt-koeln.de/3/umwelt/04679/>, letzter Zugriff: 14.07.2011

36. Stadt Köln in der Broschüre „Bevölkerungsprognose 2040 – Wie lange wächst Köln?“, http://www.stadt-koeln.de/mediaasset/content/pdf15/pegel_koeln__bevoelkerung_2013.pdf, letzter Zugriff: 27.06.2014
37. Städtische Wärmeinsel, DWD, https://www.deutschesklimaportal.de/SharedDocs/Bilder/DE/Thema_Stadtklima/Stadtklima_Bild_1_Einflussfaktoren_150302.png;jsessionid=FE3C2E96C855FE58101689DF924FB1C1.live21301?__blob=poster, letzter Zugriff: 04.12.2019
38. Steb, Hochwasserschutz: <https://www.steb-koeln.de/hochwasser-und-ueberflutungsschutz/starkregen-und-sturzfluten/starkregen-und-sturzfluten.jsp>, letzter Zugriff: 24.05.2017
39. Testtheorie und Testkonstruktion: https://www.ph-freiburg.de/fileadmin/dateien/fakultaet1/psychologie/Uploads/wirtz/Henning-Kahmann/Hartig__Jude_2004_Itemanalyse.pdf, letzter Zugriff: 31.10.18
40. Vereinte Nationen (UN) (2019). World Urbanization Prospects. Highlights. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>, letzter Zugriff: 19.12.2019
41. Vernetztes Denken: http://www2.leuphana.de/personal_fuehrung/index.php/Das_Vernetzte_Denken, letzter Zugriff: 23.08.2017
42. Wein, M., LernortLabor: <http://www.lernortlabor.de/home.html>, letzter Zugriff: 24.10.17
43. zdi, <http://www.zdi-portal.de/netzwerk/das-ist-zdi/>, letzter Zugriff: 25.10.17
44. zdi-Schülerlabor, Universität zu Köln, <http://zdi-schuelerlabor.uni-koeln.de>, letzter Zugriff: 25.10.2017

9.2 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Temperatur-, Niederschlag- und Sonnenscheindaten zu den Jahreszeiten in Köln, S. 13
- Abb. 2:** Jahreswerte in Köln für 2018: Temperatur-, Niederschlag- und Sonnenscheindaten, S. 13
- Abb. 3:** Das fächerübergreifende Modul im K.Ö.L.N.-Projekt., S. 17
- Abb. 4:** Schema einer Stadt unter Einfluss von Stadtklima-Elementen, S. 30
- Abb. 5:** Urbane und ländliche Bevölkerung auf der Welt von 1950-2050, S. 34
- Abb. 6:** Flächenmäßige Ausdehnung der Stadt Köln von 1850 bis 2000, S. 35
- Abb. 7:** Eingemeindungen bzw. Stadterweiterungen Kölns seit 1883, S. 35
- Abb. 8:** Bevölkerungsprognose für Köln 2010 bis 2040, S. 36
- Abb. 9:** Kölner Bucht, S. 38
- Abb. 10:** Begrünungsplan für Köln, S. 39
- Abb. 11:** Klimadiagramm für Köln-Wahn von 1971 bis 2000, S. 42
- Abb. 12:** Modell „Kompetenz als Kontinuum“ nach Blömeke et al. (2015), S. 58
- Abb. 13:** Kompetenzstufenmodell der naturwissenschaftlichen Grundbildung, S. 59
- Abb. 14:** Das Lehr-Lern-Modell für kompetenzorientierten Unterricht nach Leisen, S. 61
- Abb. 15:** Didaktische Transformation. Von der Fachlichkeit zur Fasslichkeit, S. 70
- Abb. 16:** Das fächerübergreifende Modul im K.Ö.L.N.-Projekt, S. 72
- Abb. 17:** Elemente und Einflüsse auf eine beliebige Stadt X, S. 73
- Abb. 18:** Graphische Entwicklung des fächerübergreifenden Moduls aus dem Diagramm ‚Elemente und Einflüsse des Stadtklimas‘ am Beispiel der Station ‚Erneuerbare Energien‘, S. 74
- Abb. 19:** Zuordnung der Fächer zu den jeweiligen Stationen mit Hervorhebung der Geographie, S. 75
- Abb. 20:** Arbeitsblatt: Station ‚Erneuerbare Energie‘, Einstieg, S. 76
- Abb. 21:** Arbeitsblatt: Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘, Messtabelle zum 2. Experiment, S. 76
- Abb. 22:** Von der Karte zum Modell, Ausschnitt: Hauptgebäude der Universität und Mensa mit angrenzenden Grünflächen, S. 78
- Abb. 23:** Von der Karte zum Modell, Ausschnitt: Altstadt zwischen Heumarkt und der Kirche Groß St. Martin, S. 78
- Abb. 24:** Schüler*innen lernen an der Station ‚Kölner Stadtmodell‘, S. 79
- Abb. 25:** Schüler*innen experimentieren an der Station ‚Kölner Stadtmodell‘, S. 79
- Abb. 26:** Material für die Station ‚Kölner Oberflächen‘, S. 80
- Abb. 27:** Aufbau des ersten Experiments ‚Verdunstung auf Oberflächen‘, S. 80
- Abb. 28:** Verschiedene Oberflächen für das zweite Experiment ‚Niederschlag auf verschiedene Oberflächen‘ der Station ‚Kölner Oberflächen‘, S. 80
- Abb. 29:** Schüler*innen experimentieren an der Station ‚Kölner Oberflächen‘, S. 80
- Abb. 30:** Geräte und Sensoren für die Station ‚Kölner Luft‘, S. 82
- Abb. 31:** Erstes der Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘, S. 84
- Abb. 32:** Zweites Experiment der Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘, S. 84
- Abb. 33:** Messung an der Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘, S. 85

Abb. 34: Schüler*innen messen an der Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘, S. 85

Abb. 35: Schüler*innen lernen an der Station ‚Grünes Köln‘, S. 87

Abb. 36: Aufbau des Experiments an der Station ‚Grünes Köln‘, S. 87

Abb. 37: Schüler*innen experimentieren an der Station ‚Erneuerbare Energie‘, S. 89

Abb. 38: Das Wasserstoffauto von Station ‚Erneuerbare Energie‘, S. 89

Abb. 39: Geplantes Ablaufschema für die Vergleichsgruppe I, S. 91

Abb. 40: Das Studiendesign. Zyklisch: je Durchgang mit einer Gruppe ein Zyklus, S. 103

Abb. 41: Beispieldiagramm Mittelwerte aller Fragen im Prätest, S. 110

Abb. 42: Beispieldiagramm Mediane aller Fragen im Prätest, S. 111

Abb. 43: Ausschnitt des Tools bzw. des Auswertungsschlüssels zur Bewertung der Maps, S. 119

Abb. 44: Beispiel einer Map einer Schülerin der Vergleichsgruppe III, S. 120

Abb. 45: Beispiel aus dem Betreuer*innen Feedbackbogen, S. 128

Abb. 46: Diagramm zur Zustimmung der Schüler*innen zu den verschiedenen Arbeitsmethoden im Kurs, S. 148

Abb. 47: Numerische Zustimmung der Schüler*innen zu den Aussagen über das Schülerlabor, S. 149

Abb. 48: Entwicklung der Fragen von Test zu Test, S. 169

Abb. 49: Vergleich der mittleren Gesamtergebnisse in den Testaten, S. 171

Abb. 50: Vergleich zwischen Jungen und Mädchen anhand der Durchschnittsergebnisse in den Maps, S. 180

Abb. 51: Vergleich zwischen Jungen und Mädchen der Vergleichsgruppe I anhand der Durchschnittsergebnisse in den Maps, S. 181

Abb. 52: Vergleich zwischen Jungen und Mädchen der Vergleichsgruppe III anhand der Durchschnittsergebnisse in den Maps, S. 181

Abb. 53: Vergleich zwischen Jungen und Mädchen der Vergleichsgruppe II anhand der Durchschnittsergebnisse in den Maps, S. 182

Abb. 54: Daten umgewandelt und übertragen aus SPSS. Vergleich der Mädchen und Jungen der VG II, S. 183

Abb. 55: Beispiel einer komplexen Map von einer Schülerin der Vergleichsgruppe I, S. 187

Abb. 56: Beispiel einer Map von eines Schülers der Vergleichsgruppe I, S. 188

Abb. 57: Beispiel einer Map von eines Schülers der Vergleichsgruppe II, S. 189

Abb. 58: Beispiel einer Map von einer Schülerin der Vergleichsgruppe II, S. 190

Abb. 59: Beispiel einer komplexen Map von einer Schülerin der Vergleichsgruppe III, S. 191

Abb. 60: Maps mit hoher Komplexität im symmetrischen Diagramm von Venn, S. 193

Abb. 61: Maps mit hoher Komplexität im unsymmetrischen Diagramm von Venn, S. 194

Abb. 62: Maps mit niedriger Komplexität im symmetrischen Diagramm von Venn, S. 195

Abb. 63: Maps mit niedriger Komplexität im unsymmetrischen Diagramm von Venn, S. 195

Abb. 64: Abweichung zwischen Rater und Projektleiterin, S. 197

Abb. 65: Vergleich der Bewertungen zwischen den Ratern und der Projektleiterin, S. 198

Abb. 66: Vergleich der verschiedenen Typen im Prätest, S. 202

Abb. 67: Vergleich der verschiedenen Typen im Posttest 1, S. 203

Abb. 68: Vergleich der verschiedenen Typen im Posttest 2, S. 203

Abb. 69: Punktentwicklung bei den verschiedenen Typen von Test zu Test, S. 204

Abb. 70: Screenshots aus den Powerpoint-Präsentationen der Schüler*innen der VG I: ‚Erneuerbare Energie‘, S. 206

- Abb. 71:** Screenshots aus den Powerpoint-Präsentationen der Schüler*innen der VG I: „Eine Exkursion durch Köln“, S. 206
- Abb. 72:** Screenshots aus den Filmen der Schüler*innen der VG I: „Unser Konsumverhalten – Energieverbrauch in Köln“, S. 206
- Abb. 73:** Screenshots aus den Filmen der Schüler*innen der VG I: „My home is where my dome is“, S. 206
- Abb. 74:** Modell eines ‚Grünen Hauses‘ mit Begrünung, Regenauffanganlage und Solarzellen etc. gebaut von Schüler*innen der VG I zum Thema „Begrünung der Stadt“(1), S. 207
- Abb. 75:** Modell eines ‚Grünen Hauses‘ mit Begrünung, Regenauffanganlage und Solarzellen etc. gebaut von Schüler*innen der VG I zum Thema „Begrünung der Stadt“ (2), .S. 207
- Abb. 76:** Powerpoint-Präsentation zum Thema „Energieverbrauch in Köln“ in der VG II (1), S. 207
- Abb. 77:** Powerpoint-Präsentation zum Thema „Energieverbrauch in Köln“ in der VG II (2), S.207
- Abb. 78:** Plakat zu dem Vortrag „Infrastruktur und Verkehrsmittel (in Köln)“ in der VG II, S. 208
- Abb. 79:** Plakat zu den Vortrag „Kölner Wasserkreislauf“ in der VG II, S. 208
- Abb. 80:** Plakate zum Vortrag „Kann Köln eine ökologische Stadt werden? In der VG II (1), S.208
- Abb. 81:** Plakate zum Vortrag „Kann Köln eine ökologische Stadt werden? In der VG II (2), S. 208
- Abb. 82:** Beliebtheit der Stationen bei den Schüler*innen, S. 209
- Abb. 83:** Mögliche Gedankengänge einer/s ‚besorgten‘ Schülerin/s in Anlehnung an Modell „Kompetenz als Kontinuum“ nach Blömeke et al. (2015), S. 235

9.3 Tabellenverzeichnis

- Tab. 1:** Ablauf für die jeweiligen Vergleichsgruppen. Eigene Tabelle, S. 102
- Tab. 2:** Harte Daten der Vergleichsgruppe, kumuliert, S. 128
- Tab. 3:** Darstellung der Ergebnisse der Kategorienkombinationen, S. 192
- Tab. 4:** Übereinstimmungen zwischen Ratern aus Geographiedidaktik und der Projektleiterin bei der Bewertung und Einstufung der Maps, S. 196
- Tab. 5:** Umrechnung der Testatpunkte im Wissensteil je Bereich. Eigene Tabelle, S. 201
- Tab. 6:** Ranking und Abstimmung der Schüler*innen über die Stationen, S. 220
- Tab. 7:** Unterschiede zwischen Typ A und Typ C. Eigene Tabelle, S. 234

10 ANHANG

Anhang A – Vorbereitung

Urbane Jugendliche gestalten ihre Stadt der Zukunft.



K.Ö.L.N.

Kreatives.Ökologisches.Lernen für Nachhaltigkeit.

Klimatische Veränderungen, steigende Einwohnerzahlen, und zunehmende Umweltbelastungen sind nur einige Herausforderungen der gegenwärtigen Stadtentwicklung. Durch vielfältige Medien können Schüler(innen) viel über globale Klimaproblematiken und ihre Herausforderungen erfahren. Sind ihnen jedoch diese für die Stadt Köln bekannt und wie bewusst ist ihnen, dass sie sich diesen Herausforderungen in ihrer lokalen Lebenswelt annehmen können?

Cristal Schult
Doktorandin an der Universität zu Köln
Gronewaldstr. 2
50931 Köln
0221-4704650
cschult@smail.uni-koeln.de



Liebfrauenschule

z.H. Fr. Schulten-Willius und Fr. Johannes
Brucknerstr. 15
50931 Köln



Ein Projekt im
zdi-Schülerlabor der
Universität zu Köln



Beispiel des Flyers im Anschreiben an die Schulen. Screenshot vom 12.01.2020.

K.Ö.L.N.-PROJEKT

- Beschreibung -

Das Stadtklima Kölns wird den Schüler(innen) als Forschungsobjekt und lebensnaher Handlungsraum, mit dem sie sich identifizieren und in dem sie selber agieren können, näher gebracht.



Vorgeschlagener Projektverlauf

Pre-Test (1-2 Stunden in der Schule)
Abfrage des Wissensstands und der Einstellungen der Schüler(innen).

Basismodul (1-2 Tage im Schülerlabor a 3-4 Stunden)
Fächerübergreifende Schüler-Experimente zum Stadtklima.

Hauptmodul (6-8 Wochen zu Hause/ in der Schule/im Schülerlabor)
Schüler(innen) arbeiten in Gruppen zu bestimmten Bereichen des Stadtklimas. Intensive Auseinandersetzung mit einem selbstgewählten Thema. Sie lernen forschend und größtenteils selbstgesteuert.

Abschlussmodul (1-2 Tage im Schülerlabor a 3-4 Stunden)
Vernetzung des Gelernten.

2 Post-Tests (je 1-2 Stunden in der Schule)
Überprüfung des Wissensstands und der Einstellung erfolgen. (Ein Test direkt nach dem Projekt und einer 3-6 Monate später).



➤ **DAS PROJEKT:** "K.Ö.L.N. : Urbane Jugendliche gestalten ihre Stadt der Zukunft!"

➤ **WER:** Kölner Schulen, Schüler(innen) und Lehrer(innen) in Kooperation mit Doktoranden und Studierenden der Universität zu Köln

➤ **WAS:** Bildung zur nachhaltigen Entwicklung am Beispiel des Stadtklimas in Köln → durch die intensive Auseinandersetzung mit stadtökologischen Inhalten, werden nicht nur naturwissenschaftliche Fächer miteinander verknüpft, sondern auch Fächer wie Kunst, Deutsch, Politik etc. So werden die vielfältigen Neigungen und Interessen der Schüler(innen) abgedeckt.

➤ **WARUM:** Das Konzept des „K.Ö.L.N.-Projektes“ bietet ein zusätzliches, begleitendes Angebot zum schulischen Curriculum, da Themen wie das Mensch-Umwelt-System, Klimaproblematiken, soziale Verantwortung, lokale Handlungsfähigkeit, Zukunftsfähigkeit etc. aufgegriffen werden.

➤ **WO:** Im zdi-Schülerlabor der Universität zu Köln. Als außerschulischer Lernort bietet dieses vielfältige Möglichkeiten für wissenschaftliches, mediengestütztes und freies Arbeiten.

➤ **AUFWAND:** Durch die offene Gestaltung des Projektes können Aspekte wie Schwerpunktsetzung, Zeit, Betreuungsaufwand etc. in Absprache mit der Schule bzw. Lehrperson und den Schüler(innen) bestimmt werden.

Kreatives, Ökologisches Lernen für Nachhaltigkeit

Projektbeschreibung auf dem Flyer des Anschreibens an Schulen. Screenshot vom 12.01.2020.

Geplanter Ablauf

1. Die Schüler*innen machen einen Prätest, bei dem ihr Wissen zum Stadtklima sowie ihre Motivation gegenüber naturwissenschaftlichen Unterricht abgefragt werden.
2. Die Schüler*innen kommen in das zdi-Schülerlabor und erhalten beim ersten Termin eine kurze Einführung und die Aufgabe, in die Rolle eines Stadtklima-Forschers zu schlüpfen und an Stationen zum Stadtklima Kölns zu experimentieren.
3. Die Schüler*innen durchlaufen im Schülerlabor an vier Terminen ein fächerübergreifendes Modul bestehend aus sechs Stationen, verbunden durch das Element Temperatur, an denen sie experimentieren.
4. Am letzten Termin im Schülerlabor geben die Schüler*innen zusätzlich ein leitfadengesteuertes Feedbackinterview (betrifft: Vergleichsgruppe I und II).
5. Innerhalb von ein bis zwei Wochen machen die Schüler*innen den Posttest I in der Schule (betrifft: Vergleichsgruppe I und II. Vergleichsgruppe III macht direkt den Posttest II mit Erstellung eines Begriffsnetzes).
6. Die Schüler*innen erhalten in der Schule eine Nachbereitungsstunde zum fächerübergreifenden Modul aus dem Schülerlabor.
7. Zweite Interventionsphase: die Vergleichsgruppen führen entweder eigenständige Projekte zum Stadtklima (Vergleichsgruppe I) durch oder sie durchlaufen eine Unterrichtsreihe zum Stadtklima (Vergleichsgruppe II) oder sie sind an dieser Stelle fertig mit dem Projekt (Vergleichsgruppe III).
8. Die Schüler*innen präsentieren ihre erstellten Lernprodukte und Projekte. Sie machen den zweiten Posttest und erstellen ein Begriffsnetz und beenden somit das Projekt.

Kleine Anleitung für die Betreuer(innen)

Generell gilt bei allen Experimenten sich als Betreuer(in) stark zurück zu nehmen. Die SuS und ihr Agieren beim Experimentieren stehen im Mittelpunkt!!

D.h.:

- SuS ausreden lassen,
- sich ihre Ideen anhören,
- selber ausprobieren lassen
- selber aufbauen lassen (falls nötig) etc.

Eingreifen dürft bzw. solltet ihr, wenn:

- SuS drohen abzuschweifen,
- SuS nicht weiterkommen,
- Frustration aufkommt,
- SuS Regeln missachten bzw. Quatsch machen,
- Fehler beim Aufbau entstehen,
- SuS euch darum bitten
- SuS etwas "Falsches" aufschreiben (d.h. etwas Abweichendes von den Ergebnissen bzw. von dem Erarbeiteten)

Ihr leitet die SuS im Prinzip an und seid als "Lernunterstützende" tätig.

Wenn SuS inhaltliche Fragen haben, keine Monologe halten, sondern fragend-entwickelnd arbeiten und SuS eigene Überlegungen anstellen lassen, um möglichst selbst zur Lösung zu gelangen!

Bitte achtet immer auf den sachgerechten Umgang mit den Geräten und weist die SuS, falls nötig, ebenfalls darauf hin.

Falls etwas schief läuft, ist das nicht schlimm, kann immer passieren. Dann SuS darauf hinweisen, was hätte herauskommen sollen.

Denkt am Anfang daran euch vorzustellen und die Namen der SuS zu lesen oder kurz aufzusagen; es ist nämlich immer hilfreich, wenn man die SuS mit Vornamen ansprechen kann (zeugt von Respekt und die SuS sind oft aufmerksamer). Generell duzen wir uns untereinander und mit den Schüler(innen) im Schülerlabor.

Es ist wichtig, dass ihr selber gut informiert seid und die Basics zum Stadtklima beherrscht!

Bitte versucht einen Bezug zu Köln oder zum Alltag herzustellen!

Anhang B – Beispiel Arbeitsblatt zur Station ‚Grünes Köln‘



Themengebiet: Stadtklima

Experiment: Grünes Köln

E
I
N
S
T
I
E
G

Einführung

In einer Großstadt, wie Köln, sind Grünflächen ein wichtiges Klimaelement. Die Begrünung einer Stadt kann, auf Grund des Grades der Begrünung, der Pflanzenarten und der Formen, sehr vielfältig sein.

Nenne zunächst Formen der Begrünung:

Welche Grünflächen kennst du in Köln?



Grünflächen in Köln

Markiere auf der Karte mit einem grünen Stift Grünflächen in Köln:





Experiment zur Photosynthese

Einführung

Schaut euch die Karten aus dem Wissenspuzzle an und überlegt euch, wie ihr die Karten sinnvoll mit den Pfeilen verbinden könnt.

Versuch

Überlegt euch anhand der vorliegenden Materialien ein Experiment zur Photosynthese. Denkt euch vorher eine Fragestellung, die ihr mit diesem Experiment untersuchen wollt.

Material

1 Aquarium mit Wasser	2 Wasserpestbündel
1 lichtdurchlässigen Zylinder	2 Trichter
1 lichtundurchlässigen Zylinder	2 Schläuche
2 Photosynthese-Lampen	2 Spritzen
2 Gestelle für die Schläuche etc.	

Netto-Reaktionsgleichung für die Photosynthese:



Kohlenstoffdioxid + Wasser → Zucker + Sauerstoff



Themengebiet: Stadtklima

Experiment: Grünes Köln

V
E
R
S
U
C
H

Experiment zur Photosynthese

Fragestellung

Hypothese

Zeichnet euren Versuchsaufbau:

Was sind eure Ergebnisse?

Hat sich eure Hypothese bestätigt?



Themengebiet: Stadtklima

Experiment: Grünes Köln

Wie viel ist ein Baum wert?

Ein Rechenbeispiel:

Eine 100 Jahre alte Buche ist etwa 20 Meter hoch und hat einen Kronendurchmesser von etwa 12 Metern. Ihre mehr als 600000 Blätter bilden zusammen genommen eine Blattfläche von etwa 1200 Quadratmeter. Durch die Struktur des Blattes ergibt sich für den Gasaustausch eine Gesamtoberfläche von etwa 15000 Quadratmeter. An einem Sonnentag kann dieser Baum 18 kg Kohlenstoffdioxid verarbeiten. Die Luft hat einen Kohlenstoffdioxidgehalt von 0,03 %. Somit kann der Baum etwa 36000 Kubikmeter filtern, hierbei werden auch Staub, Bakterien und andere Stoffe ausgefiltert. An so einem Sonnentag verbraucht und verdunstet derselbe Baum 400 Liter Wasser und befeuchtet somit die Luft. Als Abfallprodukt stellt er bei der Photosynthese 13 Kilogramm Sauerstoff her und kann den Bedarf von etwa 10 Menschen decken. Zusätzlich stellt er 12 kg Zucker her und versorgt sich damit selber. Würde man

den Baum fällen,
so müsste man
etwa 2000 junge
Bäume pflanzen,
um diesen einen
alten Baum voll-
wertig zu ersetzen!

Dieses würde Kosten von etwa 150000 € bedeuten!

(vgl. Quelle: Bundesamt für Natur (2007): Natur in der Stadt. Bonn.)



Themengebiet: Stadtklima

Experiment: Grünes Köln

B
E
I
S
P
I
E
L

Wie viel ist ein Baum wert?

Wie das Rechenbeispiel zeigt, sind Stadtbäume nicht nur wichtig für das Stadtbild, sondern sie verbessern das Stadtklima und sind vom erheblichen Wert.

Aufgabe

Zähle mit deiner Gruppe alle Kastanienbäume entlang des Clarenbaches zwischen der Brücke und dem Ende (Richtung Universitätsstr.); _____ Kastanienbäume.

Nehme an diese Bäume sind alle 100-jährige Buchen (wie in dem Rechenbeispiel) und wir haben einen Sonnentag. Welche Gesamtoberfläche hätten sie zusammen?

_____ Quadratmeter.

Wie viel Kohlenstoffdioxid würden sie zusammen verarbeiten? _____ Kilogramm.

Wie viel Sauerstoff würden sie zusammen produzieren? _____ kg. Und von wie vielen Menschen könnten sie den Sauerstoffbedarf decken? _____ Menschen.

Wie viel sind diese Bäume zusammen wert?

Überlege, wie sich Grünflächen auf die Temperatur in einer Stadt auswirken:

Anhang C – Grober Unterrichtsplan für VGII

Grober Entwurf für die Unterrichtsreihe mit NaWi-Kurs, LFS

Do. 14.11.2013

1. Einzelstunde: 1. Wissenschaftliches Abtestat; Blatt mit einwirkenden Klimaelementen besprechen, weiterer Ablauf, Aufteilung in Expertengruppen: HA: Jeder macht sich Notizen zu seinem Experiment...

Mo. 18.11.2013

1. Doppelstunde: Nachbereitung der Experimente – SuS in 3er Gruppen, jede Gruppe wird Experte für ein Experiment: Stellt das Experiment nochmal vor und erklärt was gemacht wurde, was dabei raus kam und was sie gelernt haben (*genauer formulieren*).
Methode: Expertengruppe mit kurzer Präsentation, Gespräch im Plenum, Probleme, Fragen

Do. 21.11.13

2. Einzelstunde: Filme **oder** Vorbereitung auf Experteninterview

Mo. 25.11.2013

2. Doppelstunde: Experteninterview/-vortrag und Projektbereiche mit Arbeitsblättern anschneiden, evtl. Folien/Fotos/Filme aus der Experimentalgruppe nehmen → Auftrag bis 09.12.13: In Partnerarbeit: eigene Recherche zu Köln in Hinblick auf Aspekte der 4 Projektbereiche (9 Stück zugelost); Warum betrifft uns Menschen das Stadtklima?; Zukunftsszenario für Köln 2050. → Kurzpräsentation (5-8 min): 3-4 Bilder,

Do. 28.11.2013

3. Einzelstunde: Nachbereitung Experteninterview/-vortrag und Projektbereiche mit Arbeitsblättern anschneiden, evtl. Folien/Fotos/Filme aus der Experimentalgruppe

Mo. 02.12.2013

3. Doppelstunde: Rollenspiel/Quiz/Diskussion/Jobspecial

Do. 05.12.2013

4. Einzelstunde: Nachbereitung/Sicherung

Mo. 09.12.2013

4. Doppelstunde: Entwerfe ein sich selbstversorgendes Haus (Skizze) **und** Präsentation der Ergebnisse der Partnerarbeit, siehe Auftrag aus der 2. Doppelstunde

Do. 12.12.2013

5. Einzelstunde: Präsentation der Ergebnisse der Partnerarbeit, siehe Auftrag aus der 2. Doppelstunde

Mo. 16.12.2013

5 Doppelstunde: evtl. Präsentationen **und** 2. Wissenschaftliches Abtestat **und** Abschluss des Projektes

Anhang D – Auszug aus Forschertagebuch der VG I

1. Woche

Aufgaben

(1) Macht eine Fantasiereise in die Zukunft. Wie stellt ihr euch eure Stadt Köln und ihr Klima im Jahre 2050 vor? Schreibe deine Ideen und Vorstellungen auf.

(2) Teilt euch in Gruppen auf und ordnet euch einem Projektbereich zu (1. Begrünung der Stadt und alternative Ideen; 2. Unsere Stadt, eure Stadt; 3. Stadtklimatische Exkursion durch Köln; 4. Unser Konsumverhalten – Energie, Emissionen, Abwärme, Versorgung.).

(3a) Bringt eure Ideen und Vorstellungen zusammen und verbindet diese mit eurem Wissen aus dem Leben, Unterricht und Experimenten.

(b) Versetzt euch nun in die Lage bzw. Rolle eines Politikers, Wirtschaftsboss, Architekten, Umweltbeauftragten, Stadtplaners, Wissenschaftlers, normalen Bürgers, Designers, Klimaexperten (maximal 4-5 verschiedene Rollen, hängt von der Präsentationsart ab).

(4) Überlegt und entwickelt ein Projekt, welches in den Bereich passt, um eure Vorstellung von der Stadt Köln und ihr Klima im Jahre 2050 den anderen Gruppen zu präsentieren.

→ **Leitfrage:** „Wie sieht unsere Stadt Köln und ihr Klima im Jahre 2050 aus?“

Projektzeit: etwa 1 Monat. Bedenkt dabei, dass eure Pläne möglichst realistisch und umsetzbar sein sollen! Überlegt euch außerdem an wen euer Projekt gerichtet ist (Zielgruppe: Bürger(innen), Politiker(innen), Schüler(innen) etc.). Es wichtig, dass ihr eure Projektidee(n) mögt!

Erledigt folgende Aufgaben:

- Beschreibt eure ersten Ideen zu dem Projekt.

- Wo ist die Verbindung zu eurem Themenbereich?

- Wo ist die Verbindung zum Stadtklima Kölns?

- Wie könnte euer Projekt heißen?

Anhang E – Testate

1. Wissenschaftliches Abtestat

Datum:

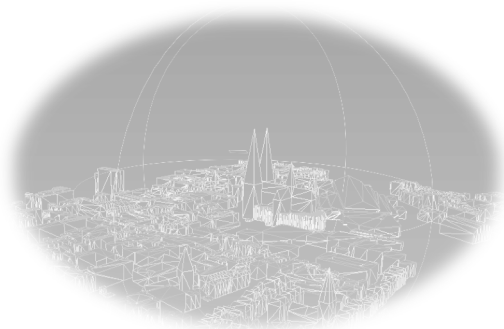
Name: _____ Alter: _____ Mädchen / Junge

Schule: _____ Klasse: _____

Teil 1: Beantworte die Fragen schriftlich:

1. Welche Unterschiede kennst du zwischen Wetter und Klima?

2. Warum herrscht in den meisten Großstädten ein anderes Klima als in ihrem Umland bzw. auf dem Land? Beschreibe (Klima-)Elemente oder Prozesse, die hier eine Rolle spielen!



K.Ö.L.N.-Projekt:
Kreatives.Ökologisches.Lernen für Nachhaltigkeit.

3. Die Temperatur in einer Großstadt, wie Köln, hängt von mehreren Faktoren ab. Welche sind das?

Teil 2: Multiple Choice: Kreuze die richtigen Antworten an! ACHTUNG: Genau durchlesen! Es können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein:

4. Eine enge Bebauung der Stadt führt:

- zu einer schlechten Versickerung des Niederschlags
- zur Bildung von Kälteinseln
- zu einer guten Frischluftzirkulation
- zur Bildung von Hitzeinseln

5. Bei vermehrtem Schadstoffausstoss in der Stadt kann es zu folgenden Situationen kommen:

- viel mehr Sonnenschein erreicht den Boden
- es bildet sich eine Dunstglocke (Smog) über der Stadt
- der CO₂-Gehalt der Luft ist höher als üblich
- die Temperatur in der Stadt steigt

6. Pflanzen in der Stadt bewirken:

- ein besseres Bioklima für den Menschen
- die Entstehung von Hitzeinseln
- nur Ärger, weil sie soviel Laub abwerfen
- eine Reinigung der Luft

7. Welche Energiequellen sind besser für das Stadtklima aus?

- Erdöl
- Kohle
- Photovoltaikanlagen (Solarzellen)
- Windkraft

Teil 3: Entscheide dich, ob die Aussagen richtig oder falsch sind:

Kreuze deine Antwort an:

8. Wenn wir zu Hause die Waschmaschine oder den Fernseher benutzen, beeinflussen wir das Klima der Stadt.

Richtig

Falsch

9. Ein hoher Versiegelungsgrad in der Stadt kann Einfluss auf die Luftfeuchtigkeit nehmen.

Richtig

Falsch

10. Bei hohen Temperaturen können sich „Hitzeinseln“ über und in der Stadt bilden. Diese können für die Stadtbewohner gesundheitsgefährdend sein.

Richtig

Falsch

11. Häuser deren Wände oder Dächer mit Pflanzen bewachsen sind, verbessern das Klima der Stadt.

Richtig

Falsch

12. Die Temperatur in der Stadt wird nicht von dem Energiebedarf der Stadt beeinflusst.

Richtig

Falsch

Teil 4: Fragen zu Köln:

13. Welche Unterschiede können wir in Köln häufig zwischen freien Flächen und bebauten Flächen feststellen? Zum Beispiel zwischen dem Grüngürtel und der Altstadt?

14. Warum ist eine hohe Anzahl an versiegelten Flächen für Köln unvorteilhaft?

15. Welche Sensoren finden wir möglicherweise bei einer Wetterstation in Köln vor?

Was messen sie?

16. Beschreibe, wie der CO₂-Gehalt in einer Stadt wie Köln, die Temperatur beeinflussen kann.

17. Wir wissen, dass viele Bäume und Grünflächen für eine Großstadt wie Köln gut sind. Weshalb ist das so? Wie nehmen sie Einfluss auf (Klima-)Elemente, wie Luftfeuchtigkeit, Temperatur, CO₂-Gehalt und weitere?

18. a) Was sind die Vorteile, wenn man mehr erneuerbare Energien in Köln einsetzt?

18.b) Kennst du auch Nachteile der erneuerbaren Energien? Falls „ja“, welche?

Teil 5: Bitte beantworte auch folgende Fragen:

Bitte umkreise in der Tabelle die Schulnoten als Bewertung.

Beispiele: + 2 - als gut plus oder + 4 - als ausreichend minus oder + 3 - als glatt befriedigend.

Frage	Tendenz							Tendenz
1) Wie haben dir die Experimentiertage im Schülerlabor gefallen?	„Es war super.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Ich fand es gar nicht gut.“
2) Wie wohl hast du dich im Schülerlabor gefühlt?	„Ich habe mich sehr wohl gefühlt dort. Die	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Ich fand die Atmosphäre nicht schön, ich habe

	Atmosphäre war toll.“							mich unwohl gefühlt.“
3) Wie gut kamst du mit deinem Vorwissen aus?	„Ich kam mit meinem Vorwissen prima aus und mit den Anforderungen sehr gut zurecht.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Mein Vorwissen hat für die Anforderungen im Schülerlabor nicht ausgereicht.“
4) Wie gut hast du die Inhalte beim Experimentieren verstanden?	„Ich habe alles sehr gut verstanden und viel gelernt.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Ich habe kaum etwas verstanden und nur wenig Wissen mitgenommen.“
5) Wie groß war dein Interesse an dem Thema Stadtklima VOR den Experimentiertagen?	„Das Thema fand ich bereits vor dem Schülerlabor richtig interessant.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Das Thema hat mich vor dem Schülerlabor absolut nicht interessiert.“
6) Wie groß ist dein Interesse an dem Thema Stadtklima JETZT?	„Ich finde Stadtklima sehr interessant.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Stadtklima interessiert mich nicht wirklich.“
7) Wie bewertest du die Mitarbeit deiner Gruppe im Schülerlabor?	„Der Kurs hat richtig gut mitgearbeitet.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Der Kurs war ganz schön lahm und hätte ruhig besser mitmachen können.“
8) Wie bewertest du deine eigene Mitarbeit im Schülerlabor?	„Ich denke, ich habe ziemlich gut mitgearbeitet.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Ich hab mich eigentlich gar nicht eingebracht, höchstens nach Anforderung.“
9) Wie erfolgreich hast du dich bei der Arbeit im Schülerlabor gefühlt?	„Ich hatte das Gefühl, dass wir richtig was geschafft haben.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Irgendwie haben wir doch gar nichts erreicht.“
10) Wie gefielen dir folgende Unterrichtsmethoden bei der Arbeit im Schülerlabor:								
-a- Gruppenarbeit	„Die Gruppenarbe	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Die Gruppenarbe

	it klappte sehr gut / gefiel mir sehr.“							it ging so überhaupt nicht / hat mir gar nicht gefallen.“
-b-eigenständiges Arbeiten, selbst handeln dürfen	„Klappte wirklich gut / hat Spaß gemacht.“	+ 1 -	+ 2 -	+ 3 -	+ 4 -	+ 5 -	+ 6 -	„Funktionierte nicht / war überhaupt nicht gut.“

11) Welchen Aussagen stimmst du zu? (Du kannst mehrere Aussagen ankreuzen.)

- Was wir im Schülerlabor gemacht/gelernt haben, fand ich meistens recht spannend.
- Ich war im Schülerlabor immer konzentriert und voll bei der Sache.
- Ich habe mich im Schülerlabor oft gelangweilt.
- Ich fand es gut, dass wir im Schülerlabor viele verschiedene Dinge machen konnten.
- Mir wäre etwas weniger Abwechslung und dafür eine einfach Schreibaufgabe in Stillarbeit manchmal lieber gewesen.
- Ich habe manchmal gar nicht verstanden, was wir im Schülerlabor gemacht haben.
- Im Schülerlabor habe ich nicht nur etwas für die Schule gelernt, sondern auch für das Leben außerhalb der Schule.
- Ich halte die Themen aus den Experimentiertagen für nicht so wichtig.
- Generell hätte ich mir im Schülerlabor mehr Abwechslung gewünscht.
- Mir fiel es oft schwer zu verstehen, warum die Themen der Experimentiertage wichtig gewesen sein sollen.

Schema der Testate

Testat	Bereich mit Abkürzungscode	Abkürzung für Frage im Testat	SPSS-Code	Anmerkungen und Sonstiges
Prä-Test (T1)	1 – Harte Daten, wie Alter, Geschlecht, etc.	H1	SUSCODE	
		H2	ALTER	
		H3	GESCH	
		H4	GRUPPE	
	2 - Offene Fragen-Teil I (OFF1): allgemeine Fragen	Frage 1 (F1)	UNT	
		Frage 2 (F2)	STKL	
		Frage 3 (F3)	TEMPFAK	

	3a – Multiple-Choice-Fragen (MUL) mit mehreren Ankreuzmöglichkeiten	Frage 4 (F4)	BAU		
		Frage 5 (F5)	SCHASTFF		
		Frage 6 (F6)	PFLA		
		Frage 7 (F7)	ENERGIEQ		
	3b – Dichotome Fragen (DIC) bzw. Antwortformat	Frage 8 (F8)	WASCHKL		
		Frage 9 (F9)	VERSLUFT		
		Frage 10 (F10)	UHI		
		Frage 11 (F11)	DACHPFLA		
		Frage 12 (F12)	ENERTEMP		
	4 – nur in Posttest 1 und 2; entfällt hier				
	5 – Umfrage-Fragen	Umfrage 1 (U1)	NAWIKURS		
		Umfrage 2 (U2)	NEUT(...)	„Neues Thema“ – mehrere Ankreuzmöglichkeiten	
Umfrage 3 (U3)		METHAEUF			
Umfrage 4 (U4)		ZUST(...)	„Zustimmung“ – mehrere Ankreuzmöglichkeiten		
Umfrage 5 (U5)		SCHULTHE			
Umfrage 6 (U6)		AUSNEU			
6+7 entfallen hier	U7 entfällt hier		Es gibt noch eine qualitative Frage zu den Erwartungen		
Gesamtpunktzahl für F1 bis F12			GESPKF12		
Posttest 1 & Posttest 2	1 – Harte Daten, wie Alter, Geschlecht, etc.	H1	SUSCODE		
		H2	ALTER		
		H3	GESCH		
		H4	GRUPPE		
	2 - Offene Fragen-Teil I (OFF1): allgemeine Fragen	Frage 1 (F1)	UNT2		
		Frage 2 (F2)	STKL2		
		Frage 3 (F3)	TEMPFAK2		
	3a – Multiple-Choice-Fragen (MUL) mit mehreren Ankreuzmöglichkeiten; Reihenfolge der Fragen wurde im Posttest 2 verändert	Frage 4 (F4)	BAU2		
		Frage 5 (F5)	SCHASTFF2		
		Frage 6 (F6)	PFLA2		
		Frage 7 (F7)	ENERGIEQ2		
	3b – Dichotome Fragen (DIC) bzw. Antwortformat	Frage 8 (F8)	WASCHKL2		
		Frage 9 (F9)	VERSLUFT2		
		Frage 10 (F10)	UHI2		

		Frage 11 (F11)	DACHPFLA2	
		Frage 12 (F12)	ENERTEMP2	
4 - Offene Fragen-Teil II (OFF2): Fragen, die an die Experimente im Labor angelehnt sind		Frage 13 (F13)	GRÜNALT2	
		Frage 14 (F14)	ANZVERS2	Diese Frage fällt bei Vergleichs- gruppe 3 weg
		Frage 15 (F15)	SENSWEST2	
		Frage 16 (F16)	CO2TEMP2	
		Frage 17 (F17)	GRÜNFL2	
		Frage 18 (F18)	VORTEE2	
	5 - Umfrage-Fragen <i>Dieser Bereich entfällt im Posttest 2.</i>		Umfrage 7 (U7)	FRS(...)
Alle anderen Umfrage-Fragen entfallen hier				
6 - Benotung <i>Hier stehen die Abkürzungen für Posttest 2 in der 3. Spalte, die sonst für Anmerkungen und Sonstiges verwendet wird.</i>		B 1.1/ B 1.2	TEIL5F1T2	TEIL5F1T3
		B 2.1/ B 2.2	TEIL5F2T2	TEIL5F2T3
		B 3.1/ B 3.2	TEIL5F3T2	TEIL5F3T3
		B 4.1/ B 4.2	TEIL5F4T2	TEIL5F4T3
		B 5.1/ B 5.2	TEIL5F5T2	TEIL5F5T3
		B 6.1/ B 6.2	TEIL5F6T2	TEIL5F6T3
		B 7.1/ B 7.2	TEIL5F7T2	TEIL5F7T3
		B 8.1/ B 8.2	TEIL5F8T2	TEIL5F8T3
		B 9.1/ B 9.2	TEIL5F9T2	TEIL5F9T3
		B10.1/ B 10.2	TEIL5F10aT2	TEIL5F10T3
		B11.1/ B 11.2	TEIL5F10bT2	TEIL5F11T3
	--- / B 12.2	---	TEIL5F12T3	
7 – Mindmaps bzw. Concept Maps		M 1	Num. Analyse	
		M 2	Rel. Analyse	
		M 3	Str. Analyse	
		M 4	Inh. Analyse	
		M 5	Gesamtpkt.	

Erwartungshorizont für die Testate

Auswertung der Testate (mit SPSS)

01.07.2014

Zuerst Codierung des/der Schülers/in, Geschlecht und Alter eingeben (in der Datenansicht Spalte 1-3; Variablenansicht Zielen 1-3)

Aufgabe 1) Was ist der Unterschied zwischen Wetter und Klima?

Wetter können wir in kleinen Zeiträumen beobachten, wie etwa Minuten, Stunden, Tage... Wir können Wettervorhersagen für bis zu 14 Tage machen. Klima kann man nur in längeren Zeiträumen betrachten, wie Jahre, Jahrzehnte, -hunderte etc. Wir können Klimaprognosen für die nächsten Jahre und Jahrzehnte treffen. Außerdem spielen beim Klima nicht nur die Wetterelemente, wie Temperatur, Niederschlag etc. eine Rolle, sondern auch Aspekte/Variablen, wie Topographie, geographische Lage etc. Menschen können Klima beeinflussen, Wetter eher nicht.

Für Erklärung der zeitlichen Komponente, begrifflich richtige Schlagwörter und den Einfluss des Menschen erkennen gab es Punkte.

Bei SPSS wird 1-5 eingeben:

1 = wenig bis gar nicht erklärt

2 = wenige Ansätze da, Prozesse werden nicht erklärt und nur wenige Schlagwörter ohne Erklärung werden verwendet

3 = mittelmäßig erklärt, Ansätze vorhanden, einige Schlagwörter genannt

4 = gut erklärt, Ansätze erklären Prozesse und einige bis viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang genannt

5 = sehr gut erklärt, Prozesse werden erläutert, viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang verwendet

Maß = Skala

Aufgabe 2) Warum herrscht in Städten ein anderes Klima als im Umland bzw. auf dem Land?

In Städten wirken sich die Klimatelemente anders auf das Klima aus, als auf dem Land. Z.B. gibt es in Städten mehr Autos, mehr Industrie etc., welche einen höheren CO₂-Ausstoß, Abgase und Abwärme mit sich bringen. Es gibt auch mehr Menschen und Häuser (→ erhöhtes Konsumverhalten, Energieverbrauch und Abwärme). Höherer Versiegelungsgrad, weniger Grün- und Wasserflächen. Durch die dreidimensionale Struktur der Bebauung veränderte Luftzirkulation. Durch verschiedene Faktoren ist es in der Stadt oft ein paar Grad wärmer als auf dem Land.

Für Schlagwörter und Zusammenhänge gab es Punkte.

Bei SPSS wird 1-5 eingeben:

1 = wenig bis gar nicht erklärt

2 = wenige Ansätze da, Prozesse werden nicht erklärt und nur wenige Schlagwörter ohne Erklärung werden verwendet

3 = mittelmäßig erklärt, Ansätze vorhanden, einige Schlagwörter genannt

4 = gut erklärt, Ansätze erklären Prozesse und einige bis viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang genannt

5 = sehr gut erklärt, Prozesse werden erläutert, viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang verwendet

Maß = Skala

Aufgabe 3) Die Temperatur in einer Großstadt, wie Köln, hängt von mehreren Faktoren ab. Welche sind das?

Strahlung, Luft- und Windzirkulation, Abgase, vor allem CO₂, Bebauungsstruktur, Wärmeabgabe, Wärmespeicherung, geographische Lage, Grad der Begrünung, Niederschlagsverhältnisse, Verhalten der Menschen, Verkehr, Industrie, Einwohnerzahlen...

Für jedes richtige Stichwort 0,5 Punkte.

Bei SPSS wird 1-5 eingeben:

1 = 0-1 ein Stichwort

2 = 2-4 Stichworte werden verwendet

3 = 5-6 Stichworte werden verwendet, gilt ebenso bei weniger Stichworte, wenn zusätzlich Erläuterungen bzw. Prozesse erklärt werden

4 = 7-9 Stichworte werden verwendet, gilt ebenso bei weniger Stichworte, wenn zusätzlich Erläuterungen bzw. Prozesse erklärt werden

5 = mehr als 9 Stichworte werden verwendet, gilt ebenso bei weniger Stichworte, wenn zusätzlich Erläuterungen bzw. Prozesse erklärt werden

Maß = Skala

Aufgaben 4) – 7) Multiple Choice (mehrere Antworten können richtig sein)

Bei SPSS (Zeilen 7-10) 0-4 eingeben:

0 = alles falsch

1 = Teils richtig und nichts falsch angekreuzt

2 = Teils richtig und Falsche angekreuzt

3 = alles richtig

„ . “ = fehlende Werte, Schüler(innen) hat nicht angekreuzt (→ auf Transformieren klicken, dann auf Umcodieren in dieselben..., Kästchen: System definiert klicken)

Maß = Nominal

Aufgaben 8) – 12) Sind die Aussagen richtig oder falsch

Bei SPSS (Zeilen 11-15) 0-2 eingeben:

0 = Schüler(in) hat die falsche Antwort gegeben

1 = Schüler(in) hat die richtige Antwort gegeben

2 = Schüler(in) hat nichts angekreuzt

Maß = Nominal

Aufgaben 13) – 17) Zusätzliche Fragen im Antestat

Bei SPSS eingeben:

Aufgabe 13) Die Themen, die im NaWi-Differenzierungskurs behandelt werden, finde ich...

5 = immer gut

4 = meist gut

3 = manchmal gut, manchmal nicht gut

2 = eher nicht gut

1 = fast nie gut

Maß = ordinal

Aufgabe 14 a) Welchen bearbeitest du am liebsten neue Themen in deinem Kurs?

1 = Gruppenarbeit

2 = Einzelarbeit

3 = Frontalunterricht

4 = Arbeitsblatt

5 = Bücher

6 = Hilfsmitteln wie Modellen, Atlanten, Karten

7 = Computer oder Internet

8 = Stillarbeit

9 = Museums, außerschulische Lernorte

10 = Diskussion mit dem gesamten Kurs

11 = Referate

12 = selbstständig etwas ausprobieren, ausdenken etc.

Maß = nominal

Aufgabe 14 b) Wie häufig bearbeitet ihr Themen mit den Methoden, die du oben angekreuzt hast?

5 = immer so, dass es mir gefällt

4 = oft, die mir gefallen

3 = manchmal

2 = selten, die die mir gefallen

1 = zu selten

Maß = ordinal

Aufgabe 15) Welchen Aussagen stimmst du zu?

1 = Inhalte des Kurs spannend

2 = bin im Kurs immer konzentriert und voll bei der Sache

3 = langweile mich oft im Kurs

4 = freue mich, wenn wir verschiedene Dinge im Unterricht machen

5 = manchmal froh über Schreib- oder Stillarbeit, statt viel Abwechslung

6 = ich verstehe manchmal nicht, was wir im Kurs machen

7 = ich lerne nicht nur etwas für die Schule, sondern auch für mein Leben

8 = ich halte die Themen des Kurs für nicht so wichtig

9 = wünsche mir generell mehr Abwechslung in der Schule

10 = mir fällt es oft schwer zu verstehen, warum ein Thema wichtig sein soll

Maß = nominal

Aufgabe 16) Wie gut kannst du dich für ein Schulthema begeistern, für das du dich in deiner Freizeit sonst nicht interessieren würdest?

5 = sehr gut

4 = meistens gut

3 = manchmal gut

2 = meistens wenig

1 = fast gar nicht

Maß = ordinal

Aufgabe 17) Welchen Aussage trifft auf dich eher zu?

0 = a)

1 = b)

2 = a) + b)

Maß = nominal

Aufgaben 13) – 18) Zusätzliche Fragen im 1. + 2. Abtestat (Teil 4)

Aufgabe 13) Welche Unterschiede können wir in Köln häufig zwischen freien Flächen und bebauten Flächen feststellen? Zum Beispiel zwischen dem Grüngürtel und der Altstadt?

Auf freien Flächen herrscht in der Regel eine bessere Luft- und Windzirkulation, so dass wenige Emissionen bzw. Schadstoffe hier vorzufinden sind. Außerdem ist die Temperatur hier

oft niedriger als in bebauten Gebieten und die Luftfeuchtigkeit höher → Grüngürtel, auch Pflanzen beeinflussen das (Mikro-)Klima hier positiv. In bebauten Gebieten wird der Wind durch Gebäude gebremst und kann somit Schadstoffe etc. nicht verwehen. Die Luftzirkulation ist dadurch auch verschlechtert, es kommt zu Stauung. Durch diese Umstände und den hohen Grad an Versiegelung findet man häufig eine erhöhte Temperatur vor und eine Beeinträchtigung der Luftfeuchte → Altstadt. Auch die Strahlungs- und somit auch die Schattenverhältnisse sind anders. Vergleichbar mit der Experiment „Kölner Stadtmodell“. Für Menschen und das Klima sind freie Flächen vor allem im Sommer angenehmer.

Für Erklärung der Unterschiede bei der Strahlung, Luft- und Windzirkulation und deren Auswirkungen auf Schadstoffe und Temperatur. Für die Erklärung, begrifflich richtige Schlagwörter und den Einfluss des Menschen erkennen gab es Punkte.

Bei SPSS wird 1-5 eingeben:

1 = wenig bis gar nicht erklärt

2 = wenige Ansätze da, Prozesse werden nicht erklärt und nur wenige Schlagwörter ohne Erklärung werden verwendet

3 = mittelmäßig erklärt, Ansätze vorhanden, einige Schlagwörter genannt

4 = gut erklärt, Ansätze erklären Prozesse und einige bis viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang genannt

5 = sehr gut erklärt, Prozesse werden erläutert, viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang verwendet

Maß = Skala

Aufgabe 14) Warum ist eine hohe Anzahl an versiegelten Flächen für Köln unvorteilhaft?

Köln ist eine Großstadt mit vielen Gebäuden und einen hohen Versiegelungsgrad. Zu dem finden wir viele unterschiedliche Oberflächen mit unterschiedlichen Eigenschaften vor. Sie speichern Wärme, reflektieren Strahlung und stören die Versickerung von Niederschlag. Somit tragen sie zum Teil zu einer Erwärmung der Stadt (Temperatur), beeinträchtigen die Strahlungsbilanz (die Wärme bleibt in der Stadt → Temperatur), beeinträchtigen die Luftfeuchtigkeit und führen zu Überflutungen bei Starkniederschlägen. Somit beeinträchtigt eine hohe Anzahl an versiegelten Flächen auch das Klima und den Menschen im negativen Sinne. Im Vergleich stehen die freien Flächen mit eher positivem Einfluss. Vergleichbar mit dem Experiment „Kölner Oberflächen“.

Für die Erklärung, begrifflich richtige Schlagwörter und den Einfluss des Menschen erkennen gab es Punkte.

Bei SPSS wird 1-5 eingeben:

1 = wenig bis gar nicht erklärt

2 = wenige Ansätze da, Prozesse werden nicht erklärt und nur wenige Schlagwörter ohne Erklärung werden verwendet

3 = mittelmäßig erklärt, Ansätze vorhanden, einige Schlagwörter genannt

4 = gut erklärt, Ansätze erklären Prozesse und einige bis viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang genannt

5 = sehr gut erklärt, Prozesse werden erläutert, viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang verwendet

Maß = Skala

Aufgabe 15) Welche Sensoren finden wir möglicherweise bei einer Wetterstation in Köln vor? Was messen sie?

In einer Messstation finden wir wahrscheinlich Sensoren, welche die Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Kohlenstoffdioxid- und Sauerstoffgehalt messen, aber eventuell auch solche die die Windgeschwindigkeit, den Luftdruck und (andere) Schadstoffe messen. Sie messen wie hoch die einzelnen Werte zu bestimmten Zeiten sind und speichern sie. Diese sind wichtig für Wetterprognosen und Klimaforschung. Vergleichbar mit dem Experiment „Kölner Luft“.

Für die Erklärung und begrifflich richtige Schlagwörter gab es Punkte. Hier konnte man nicht soviel schreiben!!

Bei SPSS wird 1-5 eingeben:

1 = wenig bis gar nicht erklärt

2 = wenige Ansätze da, Prozesse werden nicht erklärt und nur wenige Schlagwörter ohne Erklärung werden verwendet

3 = mittelmäßig erklärt, Ansätze vorhanden, einige Schlagwörter genannt

4 = gut erklärt, Ansätze erklären Prozesse und einige bis viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang genannt

5 = sehr gut erklärt, Prozesse werden erläutert, viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang verwendet

Maß = Skala

Aufgabe 16) Beschreibe, wie der CO₂-Gehalt in einer Stadt wie Köln, die Temperatur beeinflussen kann.

Kohlenstoffdioxid hindert (Wärme-)Strahlung daran wieder die Atmosphäre zu entweichen. Durch die oftmals gestörte Luft- und Windzirkulation in einer Stadt kann sogar eine Art Dunstglocke über der Stadt entstehen und es zu einem Treibhaus(-ähnlichen) Effekt kommt. Die Temperatur in der Stadt steigt, weil die (Wärme-)Strahlung nicht entweichen kann. Die Luftfeuchtigkeit kann beeinträchtigt werden. In der Stadt kommt es zur Hitzestauung oder auch Bildung von Hitzeinseln, die das Bioklima und somit auch den Menschen beeinträchtigen. Eine hohe Anzahl an Frei-, Grün- und Wasserflächen kann diesen Szenarien entgegenwirken. Vergleichbar mit dem Experiment „Stadt unter einer Glasglocke“.

Für die Erklärung, begrifflich richtige Schlagwörter und den Einfluss des Menschen erkennen gab es Punkte.

Bei SPSS wird 1-5 eingeben:

1 = wenig bis gar nicht erklärt

2 = wenige Ansätze da, Prozesse werden nicht erklärt und nur wenige Schlagwörter ohne Erklärung werden verwendet

3 = mittelmäßig erklärt, Ansätze vorhanden, einige Schlagwörter genannt

4 = gut erklärt, Ansätze erklären Prozesse und einige bis viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang genannt

5 = sehr gut erklärt, Prozesse werden erläutert, viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang verwendet

Maß = Skala

Aufgabe 17) Wir wissen, dass viele Bäume und Grünflächen für eine Großstadt wie Köln gut sind. Weshalb ist das so? Wie nehmen sie Einfluss auf (Klima-)Elemente, wie Luftfeuchtigkeit, Temperatur, CO₂-Gehalt und weitere?

Bäume und Pflanzen betreiben Photosynthese, das heißt sie filtern zum Einen Staub und Schadstoffe aus der Luft und zum Anderen nehmen sie Kohlenstoffdioxid aus der Luft auf und produzieren mit Hilfe von Wasser daraus Sauerstoff und Zucker. Somit vermindern sie die CO₂-Belastung, was sich positiv auf die Temperatur auswirken kann, außerdem setzen sie zusätzlichen Sauerstoff für den Menschen frei. Durch ihre große Blattoberfläche spenden Bäume viel Schatten, sie transpirieren und nehmen auch Wasser auf, so dass sie sich auch hier positiv auf die Luftfeuchtigkeit und die Temperatur auswirken. Mehr Bäume, Pflanzen und Grünflächen wirken sich also positiv auf das Klima und den Menschen aus. Vergleichbar mit „Grünes Köln“.

Für die Erklärung, begrifflich richtige Schlagwörter und den Einfluss des Menschen erkennen gab es Punkte.

Bei SPSS wird 1-5 eingeben:

1 = wenig bis gar nicht erklärt

2 = wenige Ansätze da, Prozesse werden nicht erklärt und nur wenige Schlagwörter ohne Erklärung werden verwendet

3 = mittelmäßig erklärt, Ansätze vorhanden, einige Schlagwörter genannt

4 = gut erklärt, Ansätze erklären Prozesse und einige bis viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang genannt

5 = sehr gut erklärt, Prozesse werden erläutert, viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang verwendet

Maß = Skala

Aufgabe 18 a+b) Was sind die Vorteile, wenn man mehr erneuerbare Energien in Köln einsetzt? Kennst du Nachteile der erneuerbaren Energien? Falls „ja“, welche?

Sie sind in der Regel unerschöpfliche Energiequellen; es würden weniger Schadstoffe entstehen; sie verbessern somit das Stadtklima; sie sind zum Teil bereits da. Für die Stadt wäre z.B. wichtig, dass sie wenig Schadstoffe produzieren, die den Menschen und die Temperatur etc. beeinträchtigen. Ja, es gibt Nachteile. Sie sind meistens teuer (in ihrer Anschaffung), sie sind nicht so ertragreich, sie brauchen sehr viel Platz, sie sind nicht immer da (die Sonne scheint nicht immer, der Wind weht nicht immer...) und man kann ihre Energie schlecht

speichern. Für die Zukunft betrachtet sind erneuerbare Energie auf jeden Fall eine Lösung für die Energieknappheit, allerdings muss ihre Technologie noch verbessert werden, damit sie effizienter sind.

Für die Erklärung, begrifflich richtige Schlagwörter und den Einfluss des Menschen erkennen gab es Punkte.

Bei SPSS wird 1-5 eingeben:

1 = wenig bis gar nicht erklärt

2 = wenige Ansätze da, Prozesse werden nicht erklärt und nur wenige Schlagwörter ohne Erklärung werden verwendet

3 = mittelmäßig erklärt, Ansätze vorhanden, einige Schlagwörter genannt

4 = gut erklärt, Ansätze erklären Prozesse und einige bis viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang genannt

5 = sehr gut erklärt, Prozesse werden erläutert, viele Schlagwörter werden im richtigen Zusammenhang verwendet

Maß = Skala

Aufgaben 1) – 11) Teil 5 im 1. Abtestat

Aufgaben 1) – 10 a+b) Bitte beantworte folgende Fragen und gebe Schulnoten als Bewertung.

Bei SPSS 1-18 eingeben:

1 = 6-

2 = 6

3 = 6+

4 = 5-

5 = 5

6 = 5+

7 = 4-

8 = 4

9 = 4+

10 = 3-

11 = 3

12 = 3+

13 = 2-

14 = 2

15 = 2+

16 = 1-

17 = 1

18 = 1+

Maß = ordinal

Aufgabe 11) Welchen Aussagen stimmst du zu?

1 = Was wir im Schülerlabor gemacht/gelernt haben, fand ich meistens recht spannend.

2 = Ich war im Schülerlabor immer konzentriert und voll bei der Sache.

3 = Ich habe mich im Schülerlabor oft gelangweilt.

4 = Ich fand es gut, dass wir im Schülerlabor viele verschiedene Dinge machen konnten.

5 = Mir wäre etwas weniger Abwechslung und dafür eine einfach Schreibaufgabe in Stillarbeit manchmal lieber gewesen.

6 = Ich habe manchmal gar nicht verstanden, was wir im Schülerlabor gemacht haben.

7 = Im Schülerlabor habe ich nicht nur etwas für die Schule gelernt, sondern auch für das Leben außerhalb der Schule.

8 = Ich halte die Themen aus den Experimentiertagen für nicht so wichtig.

9 = Generell hätte ich mir im Schülerlabor mehr Abwechslung gewünscht.

10 = Mir fiel es oft schwer zu verstehen, warum die Themen der Experimentiertage wichtig gewesen sein sollen.

Maß = nominal

Aufgaben 1) – 12) Teil 5 im 2. Abtestat: Bitte beantworte folgende Fragen und gebe Schulnoten als Bewertung.

Bei SPSS 1-18 eingeben:

1 = 6-

2 = 6

3 = 6+

4 = 5-

5 = 5

6 = 5+

7 = 4-

8 = 4

9 = 4+

10 = 3-

11 = 3

12 = 3+

13 = 2-

14 = 2

15 = 2+

16 = 1-

17 = 1

18 = 1+

Maß = ordinal

Ausgefüllter Prätest einer Schülerin aus der VG I

Schule: Liebfrauenschule

Klasse: 8b

Teil 1: Beantworte die Fragen schriftlich:

1. Was ist der Unterschied zwischen Wetter und Klima?

Klima hat ^{mit} Temperatur und Luftdruck zu tun, Wetter ist sozusagen die Auswirkung vom Klima. Zum Beispiel wenn es kalt ist, dann schneit es.

2. Warum herrscht in Städten ein anderes Klima als im Umland bzw. auf dem Land?

In der Stadt sind mehr Autos, mehr Menschen und mehr Häuser, die Wärme aufnehmen. Deshalb ist es in der Stadt meistens wärmer.

3. Die Temperatur in einer Großstadt, wie Köln, hängt von mehreren Faktoren ab. Welche sind das?

In ~~er~~ einer Großstadt sind mehr Häuser und Straßen, die die Wärme speichern und Menschen und Autos, die Wärme abgeben. Auch Dreck speichert die Wärme.

Wärme abgeben



KÖLN-Projekt:

Teil 2: Multiple Choice: Kreuze die richtigen Antworten an! ACHTUNG: Genau durchlesen! Es können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein:

4. Eine enge Bebauung der Stadt führt:

- zu einer schlechten Versickerung des Niederschlags
- zur Bildung von Kälteinseln
- zu einer guten Frischluftzirkulation
- zur Bildung von Hitzeinseln

5. Bei vermehrtem Schadstoffausstoß in der Stadt kann es zu folgenden Situationen kommen:

- viel mehr Sonnenschein erreicht den Boden
- es bildet sich eine Dunstglocke (Smog) über der Stadt
- der CO₂-Gehalt der Luft ist höher als üblich
- die Temperatur in der Stadt steigt

6. Pflanzen in der Stadt bewirken:

- ein besseres Bioklima für den Menschen
- die Entstehung von Hitzeinseln
- nur Ärger, weil sie soviel Laub abwerfen
- eine Reinigung der Luft

7. Welche Energiequellen wirken sich positiv auf das Stadtklima aus?

- Erdöl
- Kohle
- Photovoltaikanlagen (Solarzellen)
- Windkraft

Teil 3: Entscheide dich, ob die Aussagen richtig oder falsch sind:

Kreuz deine Antwort an:

8. Wenn wir zu Hause die Waschmaschine oder den Fernseher benutzen, beeinflussen wir das Klima der Stadt.

Richtig Falsch

9. Ein hoher Versiegelungsgrad in der Stadt wirkt sich positiv auf die Luftfeuchtigkeit aus.

Richtig Falsch

10. Bei hohen Temperaturen können sich „Hitzeinseln“ über und in der Stadt bilden. Diese können für die Stadtbewohner gesundheitsgefährdend sein.

Richtig



Falsch



11. Häuser deren Wände oder Dächer mit Pflanzen bewachsen sind, wirken sich positiv auf das Klima der Stadt aus.

Richtig



Falsch



12. Die Temperatur in der Stadt hat nichts mit dem Energiebedarf der Stadt zu tun.

Richtig



Falsch



Teil 3: Bitte beantworte noch diese Fragen:

13. Die Themen, die im naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs behandelt werden, finde ich... (Antwort unten umkreisen)

...immer gut - meist gut - manchmal gut, manchmal nicht gut - eher nicht gut - fast nie gut.

14 (a) Wie bearbeitest du am liebsten neue Themen in deinem Kurs?
(Du kannst auch mehrere Methoden ankreuzen.)

Gruppenarbeit

Einzelarbeit

als gesamter Kurs vorne an der Tafel/am Tageslichtprojektor/Beamer (Frontalunterricht)

mit einem Arbeitsblatt

mit Büchern zu dem Thema

mit Hilfsmitteln wie Modellen, Atlanten, Karten...

am Computer oder per Internetrecherche

in Stillarbeit

mit einem Besuch eines Museums oder sich etwas vor Ort anschauen

in einer Diskussion mit dem gesamten Kurs

Referate halten und anhören

indem du selbst etwas ausprobieren, ausdenken, zusammenstellen...kannst

14 (b) Wie häufig bearbeitet ihr Themen mit den Methoden, die du oben angekreuzt hast? Schätze das grob ein.

Wir bearbeiten Themen eigentlich immer so, dass es mir gefällt.

Wir nutzen oft die Methoden, die mir gefallen.

Manchmal nutzen wir die Methoden, die ich angekreuzt habe.

Leider arbeiten wir nur selten mit Methoden, die mir gefallen.

Wir arbeiten zu selten mit den oben von mir angekreuzten Methoden,

15. Welchen Aussagen stimmst du zu? (Du kannst auch mehrere Aussagen ankreuzen.)

- Was wir in diesem Kurs lernen, finde ich meistens recht spannend.
- In diesem Kurs bin ich immer konzentriert und voll bei der Sache.
- Ich langweile mich oft in diesem Kurs.
- Ich freue mich, wenn ich verschiedene Dinge im Unterricht machen kann.
- Manchmal wäre mir eine einfache Schreibaufgabe in Stillarbeit lieber, als viel Abwechslung im Unterricht.
- Ich verstehe manchmal gar nicht, was wir im Kurs durchnehmen.
- Hier im Kurs lerne ich nicht nur etwas für die Schule, sondern auch oft was für mein Leben außerhalb der Schule.
- Ich halte die Themen in diesem Kurs für nicht so wichtig.
- Generell wünsche ich mir oft mehr Abwechslung in der Schule.
- Mir fällt es oft schwer zu verstehen, warum ein Thema wichtig sein soll.

16. Wie gut kannst du dich für ein Schulthema begeistern, für das du dich in deiner Freizeit sonst nicht interessieren würdest? (Antwort unten umkreisen)

sehr gut - meistens gut - manchmal gut - meistens wenig - fast gar nicht

17. Welche Aussage trifft auf dich eher zu? (Muss nicht zu 100% auf dich zutreffen.)

- a) Ich habe Sorge, dass ich neue Lerninhalte und Aufgaben im Unterricht nicht verstehen werde oder dabei Schwierigkeiten haben werde.
- b) Mir gelingen neue Aufgaben in der Schule eigentlich immer, zur Not mit mehr Anstrengung, denn neue Lerninhalte sind eine Herausforderung für mich.

eher
50%/50%

18. Welche Erwartungen hast du an das Projekt, was erhoffst du dir davon?

Dass es ~~es~~ interessant wird in der Uni zu arbeiten.
Und dass es hoffentlich viele Experimente gibt.

Tabellen zu den Testaten aus SPSS

„Multiple-Choice Fragen“ (MUL) – F4 bis F7 für VG I, II und III

Gruppenzugehörigkeit (Studien-, Vergleichs- und neue Vergleichsgruppe)		Enge Bebauung der Stadt	Schadstoffaus- stoß in der Stadt	Pflanzen in der Stadt	Energiequelle n besser für Stadt
Studien- gruppe (VG I)	Mittelwert	7,75	8,13	9,25	9,06
	N	16	16	16	16
	Standardab- weichung	2,049	1,857	1,342	1,436
	Median	7,00	7,00	10,00	10,00
	Schiefe	-,358	-,421	-1,278	-,895
Vergleichs- gruppe (VG II)	Mittelwert	8,50	7,33	9,83	8,83
	N	18	18	18	18
	Standardab- weichung	1,855	1,414	,707	1,823
	Median	10,00	7,00	10,00	10,00
	Schiefe	-,840	,452	-4,243	-1,362
neue Vergleichs- gruppe (VG III)	Mittelwert	8,15	8,96	9,88	9,77
	N	26	26	26	26
	Standardab- weichung	1,912	1,685	,588	1,177
	Median	7,00	10,00	10,00	10,00
	Schiefe	-,535	-1,403	-5,099	-5,099
Insgesamt	Mittelwert	8,15	8,25	9,70	9,30
	N	60	60	60	60
	Standardab- weichung	1,921	1,772	,908	1,499
	Median	7,00	7,00	10,00	10,00
	Schiefe	-,547	-,431	-2,736	-2,097

Eigene Darstellung mit SPSS, 2018 Tests auf die Mittelwerte, Standardabweichung und Mediane

Prätest F7

Ränge bei F7

	Gruppenzugehörigkeit (VG I, II und III)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Energiequellen besser für Stadt	VG I	16	18,09	289,50
	VG III	26	23,60	613,50
	Gesamt	42		

Tabelle C: ‚Dichotome Fragen‘ (DIC) – F8 bis F12

Gruppenzugehörigkeit (Studien-, Vergleichs- und neu Vergleichsgruppe)		Einfluss von Elektro- geräten	Einfluss von Versiege- lung auf Luft- feuchte	Hitze- inseln und Gesund- heit	Bepflanzte Dächer besser für Klima	Einfluss von Energie- bedarf auf Tempe- ratur
Studien- gruppe (VG I)	Mittelwert	6,62	5,91	7,23	9,44	8,20
	N	16	11	13	16	15
	Standardab- weichung	4,500	4,700	4,323	2,250	3,726
	Median	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	Schiefe	-,571	-,213	-,946	-4,000	-1,672
Vergleichs- gruppe (VG II)	Mittelwert	6,50	6,40	5,50	7,50	7,00
	N	18	15	18	18	18
	Standardab- weichung	4,515	4,564	4,630	4,148	4,366
	Median	10,00	10,00	5,50	10,00	10,00
	Schiefe	-,498	-,455	,000	-1,085	-,773
neue Vergleichs- gruppe (VG III)	Mittelwert	6,04	6,32	7,00	10,00	7,48
	N	25	22	24	25	25
	Standardab- weichung	4,560	4,529	4,334	,000	4,124
	Median	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	Schiefe	-,257	-,397	-,755	.	-1,044
Insgesamt	Mittelwert	6,34	6,25	6,56	9,08	7,52
	N	59	48	55	59	58
	Standardab- weichung	4,459	4,484	4,413	2,744	4,058
	Median	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	Schiefe	-,390	-,349	-,500	-2,705	-1,030

**Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III) * F 11: Bepflanzte Dächer besser für
Klima Kreuztabelle**

			Bepflanzte Dächer besser für Klima		Gesamt
			falsche Antwort	richtige Antwort	
Gruppenzugehörigkeit (VG I, VG II und VG III)	Studiengruppe (VG I)	Anzahl	1 _a	15 _a	16
		Erwartete Anzahl	1,6	14,4	16,0
		% innerhalb von Gruppenzugehörigkeit (VG I, VG II und VG III)	6,3%	93,8%	100,0%
Vergleichs-gruppe (VG II)	neue Vergleichs-gruppe (VG III)	Anzahl	5 _a	13 _b	18
		Erwartete Anzahl	1,8	16,2	18,0
		% innerhalb von Gruppenzugehörigkeit (VG I, VG II und VG III)	27,8%	72,2%	100,0%
Gesamt		Anzahl	6	53	59
		Erwartete Anzahl	6,0	53,0	59,0
		% innerhalb von Gruppenzugehörigkeit (VG I, VG II und VG III)	10,2%	89,8%	100,0%

Jeder tiefgestellte Buchstabe gibt eine Teilmenge von Bepflanzte Dächer besser für Klima Kategorien an, deren Spaltenanteile sich auf dem ,05-Niveau nicht signifikant voneinander unterscheiden.

U2: Kreuztabelle

			Kursdiskussion - Lieblingsart ein neues Thema zu bearbeiten		Gesamt
			nicht angekreuzt	angekreuzt	
Gruppen- zugehörigkeit (VG I, VG II und VG III)	Studiengruppe (VG I)	Anzahl	6 _a	10 _b	16
		Erwartete Anzahl	9,4	6,6	16,0
	% innerhalb von Kursdiskussion - Lieblingsart ein neues Thema zu bearbeiten		30,0%	71,4%	47,1%
	Vergleichs- gruppe (VG II)	Anzahl	14 _a	4 _b	18
		Erwartete Anzahl	10,6	7,4	18,0
	% innerhalb von Kursdiskussion - Lieblingsart ein neues Thema zu bearbeiten		70,0%	28,6%	52,9%
Gesamt	Anzahl		20	14	34
	Erwartete Anzahl		20,0	14,0	34,0
	% innerhalb von Kursdiskussion - Lieblingsart ein neues Thema zu bearbeiten		100,0%	100,0%	100,0%

Jeder tiefgestellte Buchstabe gibt eine Teilmenge von Kursdiskussion - Lieblingsart ein neues Thema zu bearbeiten Kategorien an, deren Spaltenanteile sich auf dem ,05-Niveau nicht signifikant voneinander unterscheiden.

U5: Ränge

	Geschlecht der Testperson	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Gefallen an Themen im Diffkurs	männlich	15	17,67	265,00
	weiblich	17	15,47	263,00
	Gesamt	32		
Häufigkeit angekreuzten Methoden	männlich	15	19,03	285,50
	weiblich	19	16,29	309,50
	Gesamt	34		
Begeisterung für Schulthema	männlich	15	13,93	209,00
	weiblich	19	20,32	386,00
	Gesamt	34		

Posttest 1 F4

Ränge für F4, VG I und VG II

	Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Enge Bebauung der Stadt 2	Vergleichsgruppe I	18	14,83	267,00
	Vergleichsgruppe II	16	20,50	328,00
	Gesamt	34		

F4: Ränge, VG II und VG III

	Gruppenzugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Enge Bebauung der Stadt 2	Vergleichsgruppe II	16	24,19	387,00
	Vergleichsgruppe III	23	17,09	393,00
	Gesamt	39		

Posttest 1

B1.1, B2.1, B6.1 und B10.1: Ränge

	Gruppen- zugehörigkeit (Vergleichsgruppe I, II und III)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Gefallen an Experimentiertagen im S-Lab	VG II VG III Gesamt	18 23 41	28,06 15,48	505,00 356,00
Atmosphäre im Schülerlabor	VG II VG III Gesamt	18 23 41	26,42 16,76	475,50 385,50
Interesse unmittelbar nach den Experimentier-tagen 2	VG II VG III Gesamt	18 23 41	26,03 17,07	468,50 392,50
Gefallen an Unterrichts-methoden im S-Lab: Gruppenarbeit	VG II VG III Gesamt	18 23 41	25,86 17,20	465,50 395,50

B6.1: Ränge für VG I, II und III

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Interesse am Thema	Negative Ränge	44 ^a	25,65	1128,50
Stadtklima vor den Experimentier-tagen -	Positive Ränge Bindungen	5 ^b 10 ^c	19,30	96,50
Interesse unmittelbar nach den Experimentier-tagen 2	Gesamt	59		

a. Interesse am Thema Stadtklima vor den Experimentiertagen < Interesse unmittelbar nach den Experimentiertagen 2


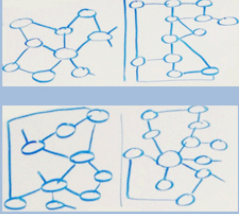

b. Interesse am Thema Stadtklima vor den Experimentiertagen > Interesse unmittelbar nach den Experimentiertagen 2

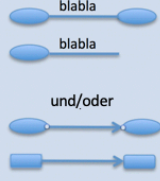
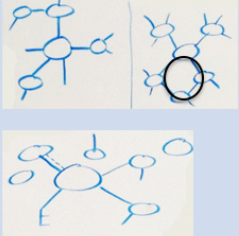

c. Interesse am Thema Stadtklima vor den Experimentiertagen = Interesse unmittelbar nach den Experimentiertagen 2



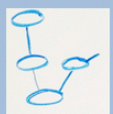



Anhang F – Maps

Auswertungstool

Stufenmodell zur Einschätzung der Mindmaps der Schüler*innen

Stufe	Numerative Analyse: Verwendung der vorgegebenen Begriffe/ Elemente (Anzahl)	Prozess-/ Relationsanalyse: Verbindungen zwischen den Objekten (im Sinne von Begriffen/ Elementen, die im Kasten, eingekreist, unterstrichen etc. oder nur als Wort dargestellt werden). Schüler*in verwendet hauptsächlich folgende Verbindungen:	Strukturelle Analyse: Vernetzungsgrad der verwendeten Objekte mit Verzweigungen (im Sinne von Begriffen/ Elementen, die im Kasten, eingekreist, unterstrichen etc. oder nur als Wort dargestellt werden)	Inhaltliche Analyse: Anzahl der sinnvollen Verbindungen (Absolute Zahlen = N). Bitte bewerte (und zeichne) die Verbindungen mit Hilfe von 3 Farben (ein): Grün (G) = sinnvoll (x2); Blau (B) = neutral (x1); Rot (R) = nicht sinnvoll (x0). Punktzahl (Pz) = $2xG + 1xB + 0xR$	Inhaltliche Analyse: Anzahl der sinnvollen Verbindungen (Relative Anzahl in % = Y). Y = errechnete Punktzahl (Pz) / $2xN$
Stufe 4	Alle (12) plus zusätzliche Begriffe eingebracht	 <p>Beschriftete Pfeile als Verbindung zwischen den Konzepten bzw. den Begriffen/ Elementen und Wörtern.</p>	 <p>Die Struktur ist eher die eines Concept Maps. Eventuell Netzwerk. Es gibt mindestens 3 Begriffe/ Elemente mit Verzweigungen, die</p>		≥ 75 %

			mit dem zentralen Element verbunden sind. ODER es gibt mindestens 4 Begriffe/ Elemente mit Verzweigungen (kein zentrales Element). UND es gibt mehr als 1 Kreis- bzw. Zirkelschluss, z.B. :		
Stufe 3	10 – 12 eventuell zusätzliche Begriffe	 <p>Beschriftete Linien als Verbindung und/oder Pfeile als Verbindung zwischen den Konzepten bzw. den Begriffen/ Elementen und Wörtern.</p>	 <p>Die Struktur kann der eines Concept Maps und/oder eines Mindmaps ähneln. Es gibt mindestens 3 Begriffe/ Elemente mit Verzweigungen, die</p>		≥ 50 %

			mit dem zentralen Element verbunden sind. ODER es gibt mindestens 4 Begriffe/ Elemente mit Verzweigungen (kein zentrales Element). Es ist höchstens ein Kreis- bzw. Zirkelschluss vorhanden.		
Stufe 2	6 – 9 eventuell zusätzliche Begriffe	 <p>Einfache Verbindungen zwischen den Konzepten, Wörtern etc.</p>	  <p>Die Struktur ist eher die eines Mindmaps. Es gibt höchsten 3-4 Begriffe/ Elemente mit mehr als 2 Verzweigungen. Eher lineare Struktur (schon sichtbar oder bei Auffaltung). Das zentrale Element hat höchstens 2 Verzweigungen zu anderen Begriffen/ Elementen, die weiter verzweigt sind.</p>	  	≥ 25 %






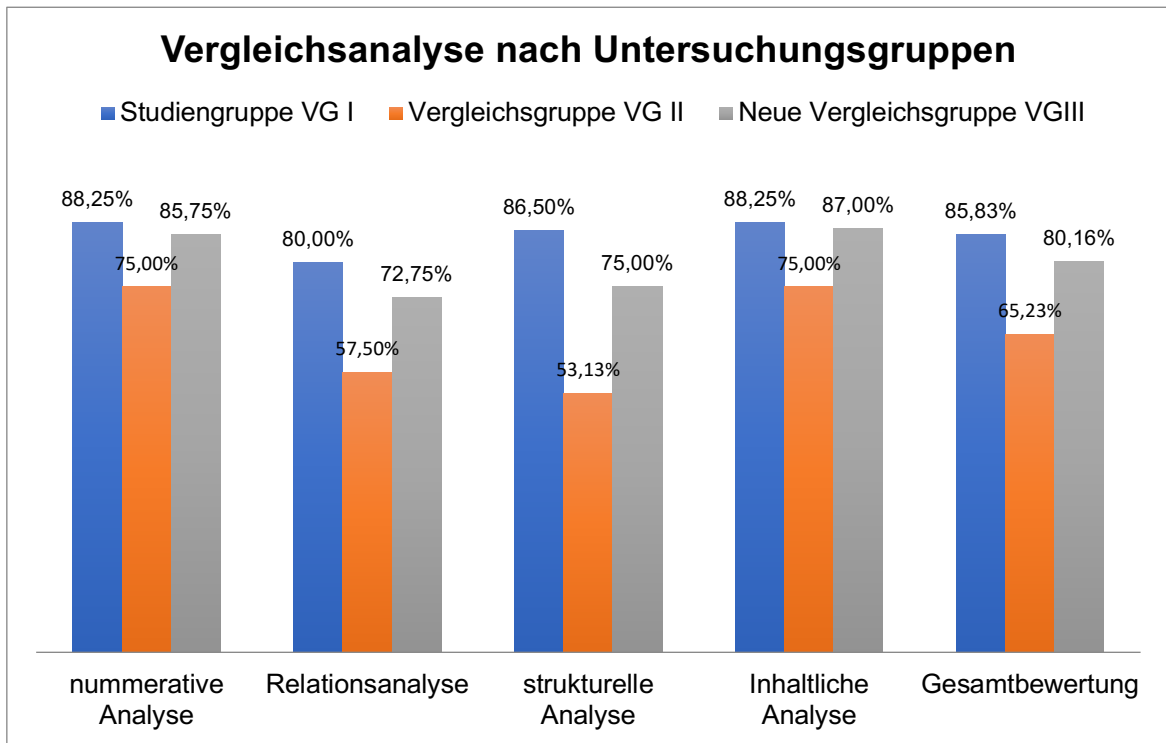
Stufe 1	0 – 5 eventuell zusätzliche Begriffe	 <p>Keine Verbindungen zwischen den Konzepten bzw. den Begriffen/ Elementen und den Wörtern.</p>	 <p>Die Struktur ist eher die eines Mindmaps. Es gibt ein/en zentrales/n Begriff/ Element mit einfachen Verzweigungen. Eventuell Heugabel- oder Fischgräten-Methode.</p>	  	≥ 0 %
----------------	--------------------------------------	---	---	---	-------

Tabelle – Mapergebnisse

Codierung	Gesamtpunktzahl	durchschnittliche Punktzahl pro Kategorie	Bewertung in Prozent
SGw01T3	13	3,25	81,25%
SGw02T3	14	3,5	87,50%
SGw03T3	12	3	75,00%
SGw04T3	15	3,75	93,75%
SGw05T3	15	3,75	93,75%
SGw06T3	15	3,75	93,75%
SGw07T3	14	3,5	87,50%
SGw08T3	13	3,25	81,25%
SGw10T3	16	4	100,00%
SGm13T3	14	3,5	87,50%
SGm14T3	13	3,25	81,25%
SGm15T3	15	3,75	93,75%

SGm16T3	10	2,5	62,50%
SGm17T3	12	3	75,00%
SGm18T3	15	3,75	93,75%
VGw19T3	8	2	50,00%
VGw20T3	9	2,25	56,25%
VGw21T3	8	2	50,00%
VGw22T3	9	2,25	56,25%
VGw23T3	10	2,5	62,50%
VGw24T3	8	2	50,00%
VGw25T3	10	2,5	62,50%
VGw26T3	8	2	50,00%
VGw27T3	12	3	75,00%
VGw28T3	12	3	75,00%
VGm29T3	10	2,5	62,50%
VGm30T3	14	3,5	87,50%
VGm31T3	14	3,5	87,50%
VGm32T3	12	3	75,00%
VGm33T3	10	2,5	62,50%
VGm35T2	13	3,25	81,25%
NGw37T2	13	3,25	81,25%
NGw38T2	15	3,75	93,75%
NGw39T2	13	3,25	81,25%
NGw40T2	11	2,75	68,75%
NGw41T2	10	2,5	62,50%
NGw42T2	16	4	100,00%
NGw43T2	13	3,25	81,25%
NGw44T2	13	3,25	81,25%
NGw45T2	11	2,75	68,75%
NGw47T2	12	3	75,00%
NGw49T2	14	3,5	87,50%
NGw50T2	15	3,75	93,75%
NGw51T2	15	3,75	93,75%
NGw52T2	14	3,5	87,50%
NGw53T2	11	2,75	68,75%
NGw54T2	14	3,5	87,50%
NGm55T2	11	2,75	68,75%
NGm56T2	12	3	75,00%
NGm57T2	12	3	75,00%
NGm58T2	13	3,25	81,25%
NGm60T2	12	3	75,00%
NGm61T2	14	3,5	87,50%
NGm62T2	11	2,75	68,75%
Durchschnitt	12,37	3,09	77,31%



Anhang G – Typisierung

Tabelle zur Auswertung

SuS-Code	Prätest Punkte norm. + umger.	Posttest 1 Punkte norm. + umger.	B4.1	B8.1	B9.1	Schulprojekt + Note	Posttest 2 Punkte norm. + umger.	B3.2	B7.2	B11.2	Concept Map	Selbsteinschätzung + Effekt der Intervention

Anhang H – Interviews, Feedbackbögen und Storytelling

Beispiel: Feedbackinterview mit Schüler*innen der VG I

Transskript : Feedbackinterview mit Gruppe C der Studiengruppe, geführt von Cristal Schult am 03.05.2013
Transkribiert von Frau Didana Lay im März 2014

#00:00:04-3#

I: So, ich habe jetzt die Gruppe C bei mir, mit Harry, Juliana, Jule, Moritz und Rupert, ne? Gut. Ihr macht jetzt kurz die Feedbackrunde mit mir. Als allererstes möchte ich gern von euch wissen, wie ihr das hier allgemein findet. Also was ihr für einen allgemeinen Eindruck habt, von dem Konzept, der Atmosphäre hier im Labor und wie es euch einfach gefallen hat. Dafür teile euch kurz so Karteikarten aus, da könnt ihr erstmal was aufschreiben, dann gehen wir einzeln... dann kann jeder mal vortragen was er aufgeschrieben hat. #00:00:38-7# (Schüler schreiben bis #00:02:05-5# . Zwischendurch leises Gemurmel: das stört immer ein bisschen... Atmosphäre wir das mit o oder mit u geschrieben? Ich glaube es wird so geschrieben, Atmosphäre, mit ph) #00:02:06-0#

I: Alle fertig? Jule ist schon ganz lange fertig. Willst du zuerst was erzählen? #00:02:08-2#

B: Ok, also ich habe aufgeschrieben dass die Mitarbeiter, ich weiß jetzt nicht wie ich das nennen sollte... #00:02:14-1#

B2: Betreuer #00:02:14-1#

B: Die Betreuer waren alle sehr nett und freundlich, und die haben das auch alle gut erklärt und auch Rücksicht darauf genommen wenn man etwas nicht sofort verstanden hat, haben sie Fragen beantwortet. Und ich fand es war auch eine ziemlich nette Atmosphäre also zwar jetzt kein... manchmal war so ein bisschen Zeitdruck aber generell sonst war kein Stress. Ja, und auch kein Druck, der auf uns ausgeübt wurde, dass wir schon bestimmte Sachen wissen müssen oder so, das fand ich auch gut. #00:02:43-0#

I: Ok. Falls die Jule jetzt irgendetwas gesagt hat, was ihr schon... was ihr aufgeschrieben habt, könnt ihr sagen, Jule hat das und das schon gesagt, und dann sagt ihr einfach noch was dazu, oder falls ihr noch dazu etwas ergänzen wollt. #00:02:51-5#

B2: Also ich habe jetzt fast das Gleiche wie Jule geschrieben. Aber ich fand auch gut. Also ich war die ersten beiden Male nicht da, aber es war jetzt nicht so, dass ich damit nicht zurechtkam. Also ich fand es gut, dass es trotzdem noch immer so verständlich dann war. Also immer wieder neu verständlich und nicht das man dafür irgendein Wissen haben musste. #00:03:10-7#

I: Genau, das heißt ja, wenn du ein paar Mal nicht da warst, wenn du das erste Mal kommst steigst du einfach in irgend ein Experiment ein. Das haben die anderen ja auch noch nicht gemacht, und die hatten jetzt auch nicht unbedingt mehr Vorwissen als du dann zu dem Experiment. Harry? #00:03:24-5#

B3: Ja, ich habe auch einmal aufgeschrieben, dass es aktiver als im normalen Schulunterricht ist, d.h. Es wird einem auch nicht so schnell langweilig wie im normalen Unterricht. Danach habe ich noch geschrieben, dass man das auch viel leichter und besser versteht, halt durch die ganzen Experimente. Und die Atmosphäre ist dadurch, durch die ganzen Punkte besser als im normalen Schulunterricht. #00:03:50-4#

I: Rupert? #00:03:51-8#

B4: Ich fand es interessant so viele Experimente zu durchführen [sic]. Und außerdem macht es Spaß in Gruppen zusammen zu arbeiten. Ich habe viel gelernt und konnte meinen Eltern zuhause auch viel erzählen und erklären. #00:04:02-7#

I: Ok. Und Moritz noch. #00:04:05-6#

B5: Ja, halt wie gesagt, zu den Betreuern, die Atmosphäre war sehr gut, wie ich fand. Ich fand die Versuche auch interessant und ich fand es auch gut, dass man dann sozusagen unser Wissens... also es war so ein bisschen auf unserer Wissensebene sage ich jetzt mal. D.h. wenn man etwas in der Schule gelernt hat im Chemieunterricht oder so, dann konnte man das nochmal aufgreifen, und das wurde auch nochmal gestützt, also... und das fand ich gut. #00:04:32-3#

I: Ok. Gut, danke erstmal dafür. Dann werden wir auf die einzelnen Experimente gleich eingehen aber erstmal allgemein findet ihr die Experimente eher gut oder eher schlecht, also wie haben sie euch.. könnt ihr einfach so aufzeigen, wer fand sie eher gut und wer fand sie eher schlecht, oder ihr sagt einfach kurz was darüber? #00:04:45-4#

B: Also ich fand es eigentlich eher gut. #00:04:54-0#

B2: Ich auch. #00:04:57-2#

I: Alle der Meinung? Ok. Ihr habt ja jetzt alle sechs Experimente schon gemacht, weil ihr habt jetzt auch noch euren letzten Versuch quasi auch gerade gemacht. Wir gehen mal einzeln durch, ich fange mal mit dem Stadtmodell an. Wie findet ihr das? Oder was ist da so ein bisschen hängen geblieben? Einfach wie ihr das findet? Was hat euch da vielleicht gefallen oder nicht so gut gefallen? Stadtmodell war ja das.. #00:05:24-0#

B: Ich fand das gut, dass man sein Wissen so zeigen konnte, was überhaupt eigentlich nichts mit Biochemie zu tun hat. So wie man sich in Köln auskennt, aber trotzdem noch so... also man kann seine eigenen Szenarien machen zum Beispiel. #00:05:35-5#

B5: Ich fand es auch gut, dass dann so ein Schaumstoff... äh, Styropormodell aufgebaut war und dass man das so veranschaulichen konnte... #00:05:41-4#

B: Ja ! #00:05:45-2#

B5: ... dass man sozusagen alles im Kleinen nachgespielt hat, mit den Schattenwürfen und so. Wir hatten das mit dem Licht gemacht, mit der Sonne und so, wie die aufgeht, dass man da die Schattenwürfe beobachten konnte. Wenn man das jetzt irgendwie in einem Text liest oder so, dann ist das eher nicht so verständlich. #00:06:02-0#

I: Ok

B: Und man konnte nochmal genau das überprüfen, was man jetzt halt wissen wollte. Sonst war es ja immer so, das vorgegeben war was man machen sollte. Aber ich fand es auch gut, dass wir selber noch was entwickeln konnten. #00:06:13-4#

I: Also das offene Experimentieren, dass ihr selber überlegen konntet. #00:06:17-1#

B: Ja, genau. Dann kann man auch selber überprüfen, was man denn gut verstanden hat oder was man noch ein bisschen... #00:06:22-9#

B2: Ja, auch so, dass man dann halt... entscheiden, kann was man jetzt noch nicht gemacht hat und was man jetzt auch noch nicht weiß, und dass man halt diese freie... also freie Entscheidung hat und auch kreativ sein muss. #00:06:35-0#

B5: Ja, und auch eigentlich das von Moritz, dass mit den Schattenwürfen so einfach. Da konnte man auch richtig sehen, warum das Klima jetzt so ist. #00:06:49-1#

I: Ok. Gut, dann der nächste Versuch, das ist das was wir heute gemacht haben, „Kölner Luft“. Da wart ihr draußen mit den Messgeräten. Wie findet ihr das? #00:06:58-6#

B4: Ja, ich fand das auch gut, dass man sozusagen durch die Umgebung gelaufen ist, dass man das jetzt auch nicht irgendwie nur gesagt bekommen hat und so. Und dass man damit dann die Aufgaben macht und dann die Tabelle bekommt und dann steht da das ist das und begründet das oder so. Da fand ich auch gut, dass man es selber gemessen hat und da konnte man das ein bisschen besser verstehen, weil da wusste man auch da... irgendwelche Bäume oder so und da kann man es dann vielleicht erklären. Ja. #00:07:24-3#

I: Will noch einer was ergänzen? #00:07:25-7#

B: Ich sehe das auch so wie er. Also ich fand das auch gut, dass wir das nicht nur an einem Ort gemacht haben, sondern dass wir an mehrere Orte gegangen sind. #00:07:38-2#

I: Die Oberflächen, Kölner Oberflächen. Das war das mit den Kisten und mit der Wiese. Was ist da bei euch so hängen geblieben oder was fandet ihr gut... oder nicht so gut? #00:07:50-2#

B2: Also da haben... darf ich einfach losreden? #00:07:54-3#

I: Ja. #00:07:54-3#

B3: Also da haben wir halt Wasser auf verschiedene Oberflächen klappt [sic] und dann geguckt was mit dem Wasser passiert, ob das verdampft oder versickert oder verdunstet. Und dann mussten wir auch Hypothesen aufstellen, wie sich das auf das Klima auswirkt. Und da hatten wir also einen Sandboden, da ist das Wasser halt erst ganz langsam so versickert. #00:08:17-2#

I: Ok. #00:08:17-2#

B4: Ja, und dadurch konnte man auch besser verstehen, wie das mit dem Regenwasser so auf den Straßen hier überall in Köln aussieht. Finde ich zumindest. #00:08:26-2#

I: Gut. Ich muss ganz kurz eine Pause machen, weil die Batterie alle ist. [Aufnahmeende Datei Teil1, weiter mit Teil 2 ab #00:00:01-5#] So, dann geht es jetzt weiter. Genau, wir waren bei den Kölner Oberflächen. Da hattest du jetzt schon etwas gesagt. Du hattest ja auch ganz viel dazu gesagt. Dann machen wir einfach mal mit dem nächsten Versuch weiter. Das war die Stadt unter einer Glasglocke, was der Robin und die Elisabeth grade noch machen. Was ist euch da so hängen geblieben, was fandet ihr da gut oder was... #00:00:32-9#

B4: Also ich fand das gut so. Weil man weiß eigentlich...ich hätte jetzt selber vielleicht überlegt, dass es gegen...also...für die Umwelt besser... vielleicht eine Idee ist, eine Glasglocke über der Stadt zu bauen, aber dadurch hat man gesehen, dass es drauf ankommt, wo das ist und was da passieren würde. #00:00:55-3#

I: Ok. #00:00:58-9#

B3: Ja, es war wieder so eine Art kleines Modell, also mit einer Pflanze dann halt und einer kleinen Glasglocke. Dass man es dann halt.. wieder so beim Modell... kleinere Modelle, die aber trotzdem dann so wie in echt dann der Wahrheit entsprechen und das fand ich auch... #00:01:12-0#

I: Also ähnlich wie der Rupert das gesagt hat. #00:01:14-2#

B: Also, ich glaube die Ozonschicht ist auch so ein bisschen ähnlich wie eine Glasglocke und die hält auch die Wärme drin. Und ich fand es auch gut, dass man das so nachvollziehen konnte, dass man dann auch gucken konnte, was dann bei uns so passiert, wenn wir vielleicht jetzt nicht so umweltbewusst leben, so in China oder Japan zum Beispiel. #00:01:36-2#

I: Ok. #00:01:36-2#

B2: Ich finde auch, manchmal... man kann sich das auch nicht so vorstellen, wenn ein Lehrer das einem einfach so erklärt, dann kann man sich das nicht so vorstellen. Und deshalb fand ich es gut, dass wir das so in einem kleinen Modell hatten. #00:01:51-9#

I: Genau, und dann konntet ihr auch messen und einfach sehen, wie verändern sich die Werte. Es war auch nochmal veranschaulicht durch das Modell. Das mit der Fotosynthese und mit den Bäumen und rechnen und so, „Grünes Köln“ - wie fandet ihr das? #00:02:16-0#

B4: Ja auch gut. Halt wieder durch die Experimente im Unterricht kriegt man das ja zum Beispiel nur erklärt, wie das passiert. Und... ja, und mit diesem Wasser dann, dann haben wir das unter Wasser getan. Da hat man auch richtig gesehen, wie verhältnismäßig viel so eine Pflanze für die Umwelt tut. #00:02:27-5# #00:02:27-5#

B2: Ich finde das richtig gut so. Ich wusste davor nicht wie wertvoll so ein Baum ist, und da haben wir wirklich viele Zahlen gesehen, das finde ich gut. #00:02:36-4#

B: Also genauso wie Rupert, ich fand das auch faszinierend, wie viel so ein Baum an Luft macht. Ich glaube, irgendwie, da stand etwas von 60 Menschen pro einem Baum. Das finde ich schon viel. Und fand das auch gut, wir hatten am Anfang so ein Puzzle, das fand ich auch gut, dass wir das dann selber legen mussten und dazu aussagen mussten, was wir denken. Ich glaube, das war auch eine ganz gute Übersicht für die Betreuer, was man jetzt schon weiß und was nicht. Aber ich fand das auch gut, dass man das selber halt - ich meine wir hatten das alles schon im Unterricht - dass man das selber nochmal so austauschen konnte, was man schon wusste.
#00:03:09-8#

I: Was hattet ihr im Unterricht, die Fotosynthese wahrscheinlich, ne, der Prozess. #00:03:13-2#

B: Ja, genau. #00:03:13-2#

I: Gut. Als letztes noch der Versuch mit dem Auto und der Wasserspaltung. Hattet ihr das? #00:03:22-3#

B4: Also ich fand es ein bisschen schwierig zu verstehen. Ich habe es nicht genau verstanden, was wir da gemacht haben. Und ich glaube auch nicht, dass es so... bei Stadtklima, also das ist halt anders als die anderen finde ich. #00:03:30-3#

I: Fällt also deiner Meinung nach ein bisschen raus, in der Reihe. Was meinst du oder was meinen die anderen?
#00:03:40-7#

B5: Ja, es war halt dann wieder eher so anders. Also wir hatten immer nur, hauptsächlich mit Pflanzen oder so beschäftigt und da haben wir uns dann halt auch mit der Luft beschäftigt und es ging dann halt nicht nur ums Auto, es ging eigentlich um erneuerbare Energien. Und wir haben uns dann auch gleichzeitig ein bisschen mit der Luft beschäftigt, wie die aufgebaut ist, weil die ja...dann ging es auch ums Wasser, war Wasserspaltung und so. Wir haben uns mit dem Aufbau von Wasser - ich glaube Wasser war es. #00:04:12-2#

I: Genau, Wasser. #00:04:11-4#

B: Also ich fand auch das war der Versuch, der am schwierigsten zu verstehen war. Es ging halt auch, genau wie Moritz schon gesagt hat, um erneuerbare Energien. Ich hätte dann vielleicht so etwas genommen, was ein bisschen alltäglicher ist. Also solche Autos sieht man ja nicht so oft, vielleicht so Stromautos, obwohl das mit dem Strom ja auch noch ein Problem wäre. #00:04:34-3#

I: Ok. Gut. Ja, ihr habt eigentlich jetzt schon die nächsten zwei Fragen beantwortet. Weil die nächste wäre jetzt, ob die Experimente zu leicht, oder mittelschwer, oder zu schwer waren? Und da habt ihr jetzt schon gesagt, dass das mit dem Auto schon ein bisschen schwieriger war. Fandet ihr jetzt noch ein Experiment zu leicht oder zu schwer? Ich meine du hast ja am Anfang an schon direkt gesagt, dass das so eurem Niveau angepasst war, Wissensniveau. #00:05:07-0#

B: Ja. #00:05:08-6#

I: Ok. Gut, ja dann nächste Frage: Wie fandet ihr die Betreuung? Also ihr braucht jetzt keine Namen nennen, wenn ihr wollt könnt ihr natürlich, wenn ihr sagt die war besonders toll, oder mit dem kam ich super zurecht, könnt ihr das gerne sagen. Sonst einfach allgemein, wir sind ja alle hier Betreuer, uns kommt das auch zu Gute, wenn ihr sagt wir könnten was besser machen oder.. wie fandet ihr das? #00:05:37-6#

B2: Ja, also ich fand es eigentlich...alle haben, wenn wir etwas nicht verstanden haben dann haben sie es auch erklärt dann nochmal und es waren eigentlich auch alle ziemlich nett. #00:05:53-5#

I: Möchte noch eine etwas ergänzen? Ihr habt ja auch am Anfang schon etwas dazu gesagt, glaube ich.
#00:06:02-4#

B: Genau, alle waren eigentlich freundlich und offen. #00:06:08-7#

I: Gut. Wie fandet ihr denn das inhaltliche Thema, also Stadtklima als Thema? #00:06:13-1#

B2: Also, erst als ich das gehört habe, da habe ich halt gedacht das ist ja total langweilig. Aber jetzt finde ich das eigentlich gar nicht mehr langweilig. Und das hat sich halt auch dadurch so ein bisschen verändert.
#00:06:26-2#

I: Die anderen? #00:06:25-6#

B4: Ich hatte das auch eigentlich ganz anders erwartet, weil hier z.B. beim Deckblatt, ich hätte jetzt erwartet, dass wir jetzt irgendwie so...so wie so Architekten planen, wie man die Stadt umweltfreundlicher macht. #00:06:39-1#

I: Ja. Da sag ich gleich was zu noch. #00:06:46-0#

B: Also ich finde auch, man weiß ja schon, dass das Klima auf dem Land besser ist als hier in der Stadt, aber das Ganze so ein bisschen zu vertiefen, ist glaube ich in unserem Alter ganz sinnvoll. #00:06:57-2#

I: Ok. Gut. Meint ihr denn, dass ihr jetzt durch die Experimente zumindest so ein guten Überblick bekommen habt, was so alles beim Stadtklima eine Rolle spielen kann? #00:07:09-8#

B5: Ja, da waren eigentlich so alle Aspekte was so in der Großstadt ist halt mit inbegriffen, wie zum Beispiel mit der Glaskuppel, mit der Ozonschicht halt. #00:07:20-0#

I: Hm-mm. #00:07:20-0#

B3: Ja, war dann... jedes Experiment oder.. war dann halt immer irgendwie so eine Art... ein Thema von Klima und so hat man dann halt dann irgendwie die wichtigsten Themen in den einzelnen Experimenten. #00:07:29-7#

B: (unterbricht:) Methoden... #00:07:33-7#

I: Gut, und könnt ihr denn jetzt so vielleicht auch ein paar Verbindungen oder Verknüpfungen zu eurem Alltag herstellen? Also sind da Sachen drin gewesen, wo ihr gedacht habt, ah, das kommt manchmal in meinem Alltag vor oder das verstehe ich jetzt besser, weil wir das Experiment gemacht haben. Gibt es da irgendwas, was euch da aufgefallen ist in den letzten drei bis vier Wochen? Wie gesagt, so das ist etwas was sich irgendwie in meinen Alltag einbinden kann, oder verbinden kann. Wenn es nicht so ist, sagt es ruhig, es ist einfach nur eine Frage. Ihr könnt alles sagen, was ihr möchtet. Wir haben auch keine Erwartungen, es ist jetzt nicht so, dass wir gesagt haben da muss jetzt irgendetwas kommen. #00:08:21-7#

B: Also halt.. wie das mit der Temperatur zustande kommt, wenn man zum Beispiel dann in der Stadt ist. Und dann ist es sehr heiß, und so stickig, und dann kommt man so in den Park und denkt, ah endlich frische Luft und es ist auch etwas kühler. #00:08:38-6#

I: Ok. Also das ist etwas, was du schon mal erlebt hast, und jetzt aber auch ein bisschen so die Begründung hier, in manchen Experimenten da vorhin gesehen hast. Noch irgendwas? #00:08:50-6#

B4: Ja, wenn man dann zum Beispiel am Schulweg oder so... dann hat man, wenn man das Wissen darüber hat dann kann man sich das auch irgendwie erklären oder... und das ist irgendwie ein anderes Gefühl oder so als wenn man es sich nicht erklären kann. #00:09:05-8#

I: Ok. #00:09:06-3#

B2: Ja, durch das Vorwissen, das wir jetzt vielleicht auch haben, können wir uns vielleicht so Fragen, die wir uns später dann stellen, auch besser erklären. #00:09:12-2#

B: Ja, ich habe auch eben als wir unten, als wir da unten waren am Wasser, da habe ich total gemerkt, dass es viel kühler war. Das war jetzt nicht so, ja das steht jetzt da, also das hat man auch wirklich dann so gemerkt, selber. #00:09:29-9#

I: Gut. Ja. Habt ihr noch Vorschläge was anders hätte laufen können oder wo man es verbessern kann? Wo wir Änderungen machen können, das es für euch oder für andere Schüler besser, einfacher oder schöner ist hier ins Labor zu kommen? #00:09:51-1#

B: Mehr Zeit. Also manche Experimente waren ein bisschen so gequetscht. Zum Beispiel ein Experiment haben wir gar nicht ganz fertig bekommen, da mussten wir dann abrechnen, weil es schon so spät war. Vielleicht könnte man eine Woche so eine Doppelstunde mehr einplanen, dann hätte man für alles mehr Zeit. Und vielleicht ja ein bisschen besser lüften. #00:10:06-1#

I: Ja, wir sind hier leider in so einem Keller gefangen. Heute haben wir ja das Fenster die ganze Zeit offen, aber es hilft auch manchmal nichts wenn so viele in einem Raum sind. Ja, gut. Noch irgendwelche Vorschläge? Ja, dann erzähle ich euch nochmal ganz kurz wie es weiter geht. Ich habe ja schon gesagt, ich komme zu euch in die Schule in zwei Wochen, dann geht es quasi weiter mit einer Projektphase. Dann werden die jetzigen Gruppen, die ihr jetzt habt aufgelöst und da dürft ihr selber, also in Absprache mit Frau Kasper, entscheiden in welcher Gruppe zu welchem Thema ihr geht. Die Gruppen sind natürlich wieder zahlenmäßig begrenzt, d.h. es können immer nur vier oder fünf zu einem Thema etwas machen. Aber da habt ihr ein bisschen selber die Wahl, welches Thema und mit wem ihr zusammen arbeiten wollt. Da geht es weiter ums Stadtklima, nur da kommt auch das was du jetzt gesagt hast mit dem Deckblatt so ein bisschen. Da schlüpft ihr in andere Rollen, da seid ihr dann.. dann kriegt ihr so... naja Rollen nicht zugewiesen aber da sollt ihr euch in die Rolle zum Beispiel von einem Architekten oder von einem Politiker hineinversetzen und in eurem Bereich überlegen, wie können wir etwas für das Stadtklima tun. So in der Richtung wird es gehen. Ich möchte nicht alles verraten. Aber ich möchte von euch noch wissen, ob ihr noch Vorschläge inhaltlicher Art habt oder methodischer Art zum Ablauf, wenn ihr irgendetwas ganz besonders gerne machen möchtet oder Ideen habt was man vielleicht noch einbringen kann. Dann würde ich mir die jetzt hier aufnehmen und mitschreiben. Und dann habe ich jetzt auch zwei Wochen Zeit das eventuell mit einzubauen. Falls euch irgendetwas auf dem Herzen liegt oder ihr gerne irgendetwas bestimmtes da drin haben möchtet. #00:12:05-8#

B3: Hmm #00:12:05-8#

I: Also ihr müsst am Ende, ich sag es noch dazu. Am Ende macht ihr nach den 4-6 Wochen, wir wissen noch nicht genau wie lange das geht, eine Präsentation oder einen Vortrag und dafür kriegt ihr auch eine Note von der Frau Kasper, für eure Biochemie-Note. So als Information dazu. #00:12:23-7#

B: Ok. #00:12:24-9#

B4: Ich fand das mit den Modellen gut, vielleicht dass man auch irgendwie so selber, wenn man das irgendwie jetzt so architektonisch macht, ich weiß nicht wie stark man das jetzt macht, oder...aber dass man das vielleicht auch ein bisschen so mit Modell... kleine Modellbauten, mit Modellbauten macht oder so. Das finde ich.. #00:12:44-1#

I: Ok. #00:12:44-1#

B2: Also ich finde das Thema Politik, so im Zusammenhang mit Umweltschutz, ist auch für mich interessant, das mal so von der wissenschaftlichen... also was als wissenschaftlich, aber von der politischen Seite so zu sehen was da finanziell möglich wäre. #00:13:00-3#

I: OK. Politikwirtschaftliche Aspekte. Oder Wirtschaft. [Frage von außerhalb: Cristal, sollen die die Ordner mitnehmen?] Es wäre gut, weil ich glaube nicht, dass wir es schaffen die alle dahin zu schleppen, zwei Wochen. Also wenn einer partout... du muss zum Sport oder so, aber wenn das partout nicht geht, dass du den mitnehmen kannst, dann könnt ihr die hierlassen. Noch irgendwelche Vorschläge? Rupert, oder... du hattest ja das, du würdest gerne etwas mit der Architektur, also dieser Modellbau... #00:13:43-7#

B4: Mir ist das nur auf dem Deckblatt so aufgefallen. Ich weiß nicht, ich finde, dass das hier so wie Glas aussieht, ich weiß nicht, ob das so gemeint ist. #00:13:50-3#

I: Das ist die Hohenzollernbrücke. #00:13:51-9#

B4: Ja, ja, aber es sieht so aus, als wenn es gemeint ist, dass es verglast ist, oder... #00:14:00-4#

I: Ok. #00:14:00-4#

B: Also bei der Präsentationen, ich mag es halt wenn man dann so gern so viel reden kann. #00:14:17-7#

I: [redet mit jmd. außerhalb der Gruppe] Also nochmal. Du findest es wenn bei der Präsentation. #00:14:24-5#

B: Ja, so reden kann, und auch erklären kann, so frei halt. Wir haben das schon mal gemacht, also konnten uns auch selber eine Präsentationsform aussuchen. Und da haben wir so eine Art Talkshow gemacht, und das fand ich auch ganz witzig. #00:14:39-5#

I: Also das wollte ich euch auch offen lassen. Das Ganze soll auch relativ offen sein, dass ihr selbst entscheidet, was ihr macht in der Gruppe. Sei es Modellbau, sei es irgendwie, ihr überlegt euch eine Talkshow, oder Plakate,

oder wie auch immer. Ich werde euch ein paar Vorschläge machen, ihr seid aber nicht daran gebunden, ihr könnt auch selber was überlegen. Und die Form wie ihr es nachher präsentiert ist euch ja dann quasi auch damit dann überlassen. Ok. Ich schreibe es trotzdem nochmal auf. Ihr hattet also Talkshow. #00:15:18-9#

B: Also nicht, dass es zwingend für alle so war, aber ich fand es halt lustig als wir das gemacht haben. #00:15:23-1#

I: Ja, ich schreibe das als Beispiel. Ich habe das nämlich auch schon als Beispiel bei mir stehen in meinen Unterlagen. Ich habe das nämlich auch schon mal mit einer anderen Klasse gemacht, also nicht zum Stadtklima, aber zum anderen Thema, da haben wir auch eine Talkshow gemacht. Das fand ich auch sehr gut. Also das macht auch Spaß. Gut, ja dann müsste ich mal überlegen wie viel Zeit wir für die Präsentation einplanen müssen. Das ist nämlich das... Habt ihr sonst noch irgendwas was ihr sagen möchtet bevor ich euch entlasse? Nein? Gut, dann bedanke ich mich, dann unterschreibe ich euch gleich noch den Zettel, und dann seid ihr fertig. #00:16:03-2#

B: Was sollen wir mit den.. [Aufnahmeende] #00:16:03-2#

Beispiel: 1. Experteninterview

Transskript : 1. Experteninterview mit Frau Kasper, geführt von Cristal Schult am 12.07.2013
Transkribiert von Frau Didana Lay im März 2014

I: So, wir werden jetzt ein Interview, oder ich werde ein Interview mit Frau Kasper führen, das wird ein Experteninterview, Frau Kasper ist die Lehrerin des Differenzierungskurses Bio/Chemie an der Liebfrauenschule Köln. Und sie hat mir ihrer... das war Jahrgangsstufe acht.. #00:00:18-7#

B: ...hm-mm. (zustimmend) #00:00:20-7#

I: .bei dem Köln-Projekt mitgemacht. Und da werde ich im folgenden einfach Fragen stellen und Frau Kasper wird mir dann soweit es geht... #00:00:30-5#

B: ...gerne! #00:00:30-5#

I: ..sehr gerne antworten. Also als erstes würde ich gerne wissen welche Beweggründe sie hatten um bei dem Köln-Projekt mitzumachen. #00:00:44-2#

B: Ich habe den Flyer von Ihnen gelesen und habe gedacht, ach das ist aber ein interessantes Thema vor allen Dingen da ja gerade Differenzierungskurse im Bereich Bio/Chemie... ja, sich Themen ein wenig selber suchen können. Wir haben kein Curriculum, kein fest stehendes Curriculum, sondern wir sind sehr frei in den Themen Mensch und Umwelt. Und da habe ich gesagt, ach das wäre doch mal sehr interessant wenn die ganze Klasse an so einem Projekt teilnimmt [Klopfen, Aufnahme wird unterbrochen, #00:01:11-8# 1] #00:00:01-7#

-Datei Experteninterview_Frau_Kasper_Teil2-

I: Ok, die zweite Frage, wie hat Ihnen das Köln-Projekt im Allgemeinen gefallen? #00:00:08-0#

B: Also ich habe mich auch schon daraufhin gemeldet weil ich das Thema interessant fand. Ich fand es sehr schön wie die, ich sage jetzt mal Kinder, an der Universität aufgenommen worden sind, wie die Studenten und auch wie Sie sich um die Kinder gekümmert haben. Ich fand, dass das Projekt sehr gut vorbereitet war, dass die... die Experimente, die ausgewählt waren, waren ansprechend aufgearbeitet für die Kinder. Also direkt wenn man reinkam in den Raum dachte man schon, ah, da möchte ich aber jetzt gerne dahin gehen oder gerne dahin gehen. Von daher hat mir das sehr gut gefallen. Ich fand auch sehr schön die Begleitung durch das ganze Projekt hindurch, und die Idee dass die Kinder einen Ordner führen, der durch das Projekt hindurch zieht es natürlich für mich als Lehrerin natürlich immer ganz besonders auch ansprechend. #00:01:07-2#

I: Ok, danke. Ist Stadtklima Ihrer Meinung nach ein interessantes Thema für Schüler und Schülerinnen?
#00:01:15-1#

B: Ich würde mal sagen, auf den ersten Blick würden die Schüler sagen, ach das interessiert mich eigentlich nicht so. Was habe ich mit Stadtklima zu tun? Ich glaube viele verbinden mit dem Thema Stadtklima überhaupt nichts. Nichts. Aber ich bin der Meinung, dass es ein richtiges Thema ist. Interessant kann ich schlecht abschätzen für die Schülerinnen und Schüler aber wichtig ist es auf jeden Fall, weil es auch Umgestaltungsspielräume geht die Jugendlichen vielleicht später mal haben werden. #00:01:45-9#

I: Da kommen wir auch schon direkt zur nächsten Frage. Nämlich für wie wichtig beachten Sie die Beschäftigung der Schülerinnen und Schülern mit ihrem lokalen Handlungsraum, in diesem Falle dann Köln? Das haben sie zum Teil ja jetzt schon beantwortet. #00:01:58-6#

B: Genau. Also ich denke schon, man muss immer daran denken, dass die junge Generation, die heranwachsende Generation später auch mal in eigene Hände nehmen wird und ich denke schon, je mehr Informationen sie schon mitbringen, vielleicht auch mal für ihre Berufswahl, desto wichtiger ist es nachher... was heißt desto wichtiger aber desto besser wird es vielleicht nachher sein. #00:02:25-1#

I: Ok. Ist das Stadtklima (Kölns) ein unterrichtsnahes Thema, Ihrer Meinung nach? Also wenn Sie es mit Unterricht verbinden würden oder könnten, wie würden Sie es denn... #00:02:42-9#

B: Ja, ich glaube... ich bin ja Biologie- und Chemielehrerin. Ich würde erstmal sagen, ach das ist Sache der Erdkundelehrer. (lacht) Die machen auch Stadtklima in der Oberstufe. Also ich glaube so ganz alleine auf mich gestellt hätte ich mich mit dem Thema nicht auseinandergesetzt. #00:03:02-2#

I: Und finden Sie, also ich stelle jetzt mal eine Zwischenfrage, finden Sie dass es ein Thema ist, das auf jeden Fall in der Schule behandelt werden sollte, oder im Unterricht behandelt werden sollte, unabhängig jetzt von der Stufe? #00:03:15-1#

B: Also ich sage jetzt mal, nach Durchführung des Projektes, ich war er mehr als Beobachterin an dem Projekts beteiligt, würde ich schon sagen ich möchte den in Zukunft mehr Bedeutung beimessen. Es war mir selber nicht so bewusst. #00:03:27-2#

I: Damit hätten wir eigentlich schon die Frage mit der, ob das ausgedehnter im Unterricht behandelt werden müsste beantwortet, ne? Oder möchten Sie dazu noch etwas sagen? #00:03:39-0#

B: Also ich denke es ist auf jeden Fall ein Thema, wir werden es nie in den Biologieunterricht integrieren können, aber gerade für den Differenzierungsbereich denke ich schon, ist das ein wunderschönes Thema. #00:03:49-0#

I: Sollte das Thema in einem Schulfach oder eher fächerübergreifend behandelt werden? #00:03:52-4#

B: Genau, das ist in Bio/Chemie, und ich denke auch, man müsste da die Erdkunde vielleicht auch noch ins Boot holen, das wäre was, was man... was ich im nächsten Schuljahr überlegen würde. #00:04:01-4#

I: Hm-mm. Ich hatte zum Beispiel damals Erdkunde/Chemie als Differenzierungskurs. #00:04:08-0#

B: Ah, ja, hatten wir auch mal eine Zeit lang. #00:04:08-9#

I: Könnte man ja auch verwenden. Gut, Frage 6. wie fanden Sie das Konzept und die gesamte Projektplanung? Da hatten Sie eigentlich vorhin schon etwas dazu gesagt, aber... #00:04:21-0#

B: Genau. Also ich denke die Konzeption hat mir richtig gut gefallen. Auch von der Planung her, denke ich... man könnte immer Kleinigkeiten ändern. Aber von der Grundplanung her denke ich war schon mal sehr gut durchdacht. Ob man jetzt jedes Experiment immer nochmal so nehmen würde, da könnte man sich darüber unterhalten. Aber im Prinzip denke ich, diese unterschiedlichen Bereiche die diese Experimente angesprochen haben, di fand ich schon sehr sinnvoll. #00:04:52-5#

I: Gut. Wie zufrieden waren Sie mit der Organisation des Projekts? #00:04:59-2#

B: Ja (lacht leicht), da kann ich auch noch sagen, sehr zufrieden. Sehr zufrieden war ich mit der Organisation weil... [Stimmen, Aufnahme wird unterbrochen #00:05:08-4#]

-Datei Experteninterview_Frau_Kasper_Teil3- #00:00:02-4#

I: Sie wollten gerade antworten. #00:00:04-0#

B: Ja, ich war sehr zufrieden. Ich war wirklich von meiner Seite her reine Beobachterin. Ich hatte nie den Eindruck ich müsste eingreifen, ich müsste ihr Kind etwas klarstellen. Ich war sehr zufrieden. #00:00:20-8#

I: Dann kommen wir zur Betreuung. War die Betreuung denn zufriedenstellend, im Allgemeinen und ich schließe jetzt einfach mal Frage A und B direkt daran. Also einmal die Betreuung mit der Projektleitung zusammen und die Betreuung von studentischer Seite aus. Können Sie in einer Antwort quasi... #00:00:37-6#

B: Ja, ich denke, das habe ich ja ganz am Anfang auch schon mal gesagt, dass ich das wirklich schön fand wie die Studenten auf die Schüler und Schülerinnen eingegangen sind. Die konnten sich jederzeit an sie wenden, ich hatte nie den Eindruck dass sie gelangweilt waren oder unwillig waren auch von ihrer Seite aus war es immer sehr zugewandt das Ganze. Ich fand das sehr schön. #00:00:57-9#

I: Und die Zusammenarbeit quasi mit mir, mit der Projektleitung? #00:01:03-8#

B: Die war auch sehr angenehm, wir waren ja immer im E-Mail-Kontakt, das hat immer gut geklappt wenn mal Irgendetwas geändert werden musste konnten wir über E-Mail kommunizieren. Und im Endeffekt wüsste ich nicht was man da noch anders machen könnte. #00:01:17-3#

I: Ich habe jetzt eine Frage, aus meiner Perspektive würde ich gerne die Studenten noch mehr einbeziehen, oder noch stärker einbeziehen in die Projekte, da die jetzt wirklich nur die Orientierphase mitgemacht haben und diese Projektphase quasi nur einmal besucht haben. #00:01:34-3#

B: Hm-mm. #00:01:38-7#

I: Sind Sie denn auch der Meinung dass man sie insgesamt stärker einbeziehen sollte? #00:01:40-0#

B: Also ich denke schon, jetzt wieder als Pädagogin oder als Lehrerin, denke ich schon, dass wenn die an der Planung mehr mitbeteiligt wären, oder auch mehr noch mit den Schülerinnen hier in dem Schulumfeld ein bisschen mehr zusammen gewesen wären, glaube ich hätten sie noch ein bisschen mehr davon gehabt. Ich glaube wir haben das nur sehr Ausschnitthaft erlebt. #00:02:02-6#

I: Den Eindruck habe ich nämlich auch und ich bin auch dabei, dass das entweder in der nächsten Phase ein bisschen stärker berücksichtigt wird, bzw. für weitere Projekte dann quasi berücksichtigt wird. Sind Sie denn der Meinung, dass Sie als Lehrperson auch hätten stärker mit einbezogen werden müssen? #00:02:23-5#

B: Ich denke das war ja gerade der Charme des Projekts, dass gerade auch an der Uni ein bisschen die Schulsituation so außen vor war. Sie waren in einem anderen Gebäude, sie hatten mit anderen Menschen zu tun gehabt. Das hat ihnen auch richtig gut getan. Ich meine sie konnten mal ein bisschen den Schritt zurück machen von diesem " wie werde ich benotet"? Wie wird das jetzt benotet was ich jetzt mache ? Natürlich habe ich als Lehrerin immer ein bisschen geäußert, dass ich natürlich Noten gebe. Aber trotzdem hatte ich den Eindruck, dass die da ein bisschen lockerer, unbefangener waren. Genau. #00:03:03-1#

I: O.k. Wie wurde in Ihren Augen die Komplexität des Themas Stadtklima von der Projektleitung gelöst, also in Bezug auf das Verständnis und Wissen für die Schülerinnen? Weil das ist ja schon ein sehr großes Thema, es sind ja sehr viele Prozesse und man könnte da auch eine Uni Arbeit komplett darüber schreiben. Aber wir mussten es sei jetzt unterbrechen für die Schüler. Wie fanden Sie die Lösung wie das jetzt mit dieser Komplexität, diese Lösung die wir jetzt gefunden haben für uns, wie fanden Sie das? #00:03:39-1#

B: Also ich denke es ist schon eine große Schwierigkeit eben dieses Riesenthema - gerade auch für diese Altersstufe, die sind ja 13,14, gerade ein Alter wo es auch mit Abstraktionsvermögen noch in der Entwicklungsstufe ist, um es mal vorsichtig auszudrücken. Deshalb fand ich es schon mal gut das Experiment in die ausgeführt worden sind sehr handgreifliche Experimente waren. Wo die was sehen konnten, wo ein Ergebnis relativ gut sichtbar war, wo man etwas messen konnte. Das fand ich so sehr gut. Ich glaube nur, dass den Schülern die Komplexität des Themas nicht aufgegangen ist. Aber ich glaube auch nicht dass man das lösen kann. #00:04:22-4#

I: Ja, dazu habe ich auch später nochmal eine Frage. Gut. Wurde ihrer Meinung nach ein angemessener Bezug zu der Stadt Köln hergestellt? Also wenn Sie auch beide Phasen betrachten. #00:04:35-3#

B: Ja. Also wenn ich hierzulande erste Phase denke, da war ja auch dieser eine Projekt teil wo sie die Stadt Köln betrachten mussten, wo Einfallswinde waren, wo sie sich überlegen mussten wie sie das darstellen konnten. #00:04:49-1#

I: Also mit dem Modell das? #00:04:50-7#

B: Genau, das Modell der Stadt Köln. Und wo das dann auch nachher projiziert wurde auf den Stadtplan. Das fand ich schon, die wussten schon dass es um Köln ging, die sind ja auch nach draußen gegangen, haben ihren Stadtteil da betrachtet. Denke ich schon, der Bezug ist hergestellt worden. Vor allem denke ich nochmal, nachher in der Projekten, die haben nochmal Köln mit Peking und... #00:05:12-2#

I: ...Nargod war das. #00:05:14-0#

B: Nargod, genau, wo immer diese Stadt ist. Das bei den Schülern schon klar, dass es um Köln auch ging. #00:05:21-8#

I: Also war auf jeden Fall ein Bezug da? #00:05:28-4#

B: Ja. #00:05:29-6#

I: Gut. Sind Sie der Meinung, dass die Inhalte und Anforderungen für die Schulform und für das Alter der Schüler und Schülerinnen angemessen gewählt waren? Das hatten wir gerade schon mal kurz angesprochen, da ging es um die Komplexität. Aber insgesamt jetzt die Inhalte und Anforderungen soweit die runter gebrochen waren, da das angemessen? #00:05:49-8#

B: Ja, denke ich schon. Ich denke, man hätte unser Schülerklientel noch ein bisschen mehr locken können. Dass also... die hätten bei diesen... die Arbeitsblätter der einzelnen Arbeitsgruppen waren sehr augenfällig konstruiert. Also da denke ich schon hätte man unsere Schüler jetzt, also von unserer Schule, noch ein bisschen mehr fordern können. #00:06:14-4#

I: Ok. #00:06:14-4#

B: Aber von der Themenstellung her denke ich war das sehr angemessen, vor allem wenn man nachher die Projekte betrachtet wieder rausgekommen sind. #00:06:22-2#

I: Also Sie sagen die Arbeitsblätter waren wahrscheinlich im Endeffekt ein bisschen zu leicht und einfach gestaltet... #00:06:28-3#

B: ...genau. genau... #00:06:30-2#

I: ...oder die Schüler mussten jetzt nicht viel nachdenken oder sich anstrengen um die auszufüllen. Ok, ja wir haben die Arbeitsblätter, da arbeiten wir im Moment dran, weil wir verschiedene Abstufungen, weil wir auch Realschüler da haben und Hauptschüler. Und da lag erstmal das Hauptaugenmerk am Anfang darauf, dass wir allgemein für jedes Experiment ein Arbeitsblatt erstellen was halt an den verschiedenen Schulformen angewendet werden kann. #00:06:54-8#

B: Ja. #00:06:55-8#

I: Ist natürlich dann für einen Gymnasialschüler meistens ein bisschen zu einfach, dafür gibt es manchmal noch einen Puffer, dass die noch mehr Arbeitsblätter ausfüllen können oder noch weiter experimentieren können wenn sie schnell durch sind. Und die Hauptschüler haben dann dementsprechend die Zeit, die sie brauchen um das Mindestmaß zu erfüllen. #00:07:16-6#

B: Ja. #00:07:16-6#

I: Dann gehen wir weiter, genau, jetzt habe ich noch die Aufspaltung zwischen der Experimentierphase und der Projektphase. Zur Experimentierphase haben Sie ja jetzt schon relativ viel gesagt, Sie können ja nochmal ein paar Worte sagen wie es Ihnen gefallen hat, allgemein in dem Schülerlabor, an der Uni, und wie Sie die Ausstattung des Labors fanden. Damit hätten wir das dann auch. #00:07:42-2#

B: Also ich kann mich da eigentlich nur noch wiederholen... #00:07:45-6#

I: ...ja, genau.. #00:07:45-6#

B: ...dass ich diese Experimentierphase wirklich auch genossen habe, zuzugucken wie die Schüler das gemacht haben, auch was sie da aufgebaut haben. Interessanterweise, von meinen Erwartungen her, hatte ich ein besser ausgestattetes Labor erwartet. Unischülerlabor (lacht leicht) das muss ich jetzt so sagen. Es war ja doch viel auch selbst gebastelt, was Sie gemacht haben. Aus Körben und mit Flaschen... das hat mich ein bisschen erstaunt das hätte ich jetzt nicht erwartet aber ich fand das sehr kreativ. #00:08:21-7#

I: Hm-mm. Also wir haben auch an der Uni viel besser ausgestattete Labore... #00:08:23-6#

B: „,natürlich... #00:08:25-0#

I: ...aber die Schülerlabore, das ist erstmal so ein Pilotprojekt quasi, es gibt an mehreren Unis diese Schülerlabore. Und wir sind da halt drauf angewiesen weil wir ja für bestimmte Themen einfach schülergerechte Experimente wollen, dass wir wirklich mit selbst ausgedachten Sachen ankommen und je nachdem wie die aus... ne, wenn die durchgetestet sind, ob man da noch eine bessere Ausstattung hat, das ist... #00:08:52-5#

B: ...aber auf der anderen Seite muss ich jetzt auch sagen, finde ich das auch gar nicht so schlecht, weil die Schüler, die hier unsere doch vielleicht ganz gut ausgestattete Schule kennen, gesehen haben, dass ich Experimente machen kann mit Flaschen, wo ich Flaschen, die ich selber mit irgendwas umwickle oder mit einfachen Körben die ich unterschiedlich ausstatte zu, ja, messbaren Ergebnissen komme. Und das finde ich schon auch interessant. Das hat mich erstaunt. #00:09:18-7#

I: Ja, das muss nicht alles so Hightech sein. #00:09:19-1#

B: Genau, genau. (lacht) #00:09:23-4#

I: Ja, die anschließende Projektphase in der Schule, wie fanden Sie die, wie ist das Arbeiten mit offenem Unterricht und insgesamt, wie würden Sie die Umsetzung dann bewerten? #00:09:35-2#

B: Also hier denke ich hat sich auch nochmal gezeigt dass wir mit unseren Schülern sehr viel Projektarbeit machen. Das war für die nichts Neues. Eine Projektarbeit zu machen war für die nichts neues, in Arbeitsgruppen zu arbeiten, auch arbeitsteilig zu arbeiten, das kennen unsere Schüler. Ich denke das kennen heute alle Schüler, auch in der Richtung. Deshalb denke ich ist das so... war das von der Einteilung her erstmal für die Schüler nichts Ungewöhnliches. Im Laufe dieses Projektes, da hatten wir uns auch schon darüber unterhalten, hatten wir ja sorgen, dass da zwei Gruppierungen zu keinen guten Ergebnissen kommen würden, weil halt zwei Zweiertrupps sich da zusammen getan hatten, jeweils, die sehr schlecht zusammen gearbeitet haben. Und dann aber erstaunliche Ergebnisse geliefert haben. Wo man dann nicht weiß... aber das weiß man nie bei solchen Projekten, wie viel von Elternseite da...zumindest bei diesen beiden Jungs... #00:10:41-7#

I: ...ich weiß schon was Sie meinen. #00:10:41-3#

B: Ja, ja, ob da nicht letztendlich nicht doch ein Vater dahinter saß, der dieses Projekt sehr unterstützt hat. Was die in der Unterrichtszeit gezeigt haben war ja wirklich eher erbärmlich. #00:10:56-3#

I: Nee, nicht... obwohl sie ja schon eine PowerPoint Präsentation erstellt hatten, aber halt...nicht in dem Maße wie sie es nachher gezeigt haben. #00:11:05-4#

B: Ja, aber das weiß man eben bei solchen Projekten nie. #00:11:11-5#

I: Ich drehe einmal um (blättert). Genau. Sind Sie denn der Meinung, dass das Köln-Projekt den Schülerinnen und Schülern Spaß gemacht hat? #00:11:15-2#

B: Doch, das auf jeden Fall. Schon auch die Tatsache, wir gehen hier in die Uni war klasse. Das haben Sie auch jeden hier erzählt. Wir gehen in die Uni. Wir arbeiten mit der Uni zusammen. Also das war für die einfach ein Highlight, obwohl sie ja nur von einem Labor ins andere gegangen sind, aber es war eben für die ganz anders, es war eben auch, denke ich mal, sehr schön, dass da eine sehr enge Betreuung auch war. Das haben die ja bei mir nicht. Mich haben die ja nur alleine. Das heißt, die fragen irgendetwas, da bin ich aber noch mit einer anderen Projektgruppe zugange, dann heißt es ich komme gleich. Dann vergesse ich das wieder, also die müssen häufiger

bei mir nachfragen ehe sie eine Antwort bekommen. Während da, die brauchten ja nur fragen und schon einer oder zwei Leute da. #00:12:02-2#

I: Ja. #00:12:03-8#

B: Also das denke ich war für die sehr schön. Und nachher hier in der Schule dieses Arbeiten in der Gruppe , das hat denen schon sehr viel Spaß gemacht. Das hat man gesehen. #00:12:16-2#

I: Ok. Haben die Schülerinnen und Schüler in ihren Augen durch das Köln-Projekt an Wissen dazugewonnen, sowohl faktisch als auch prozentual? #00:12:26-0#

B: Das denke ich schon. Ich weiß jetzt nicht was die Auswertung der An- und Abtestate dann ergeben wird. Aber ich denke es ist ja doch viel an Informationen geflossen. Und gerade noch was sie sich nachher in ihren eigenen Präsentationen erarbeitet haben, das was ja eine Masse an Fakten, die da noch rübergekommen ist. Ich denke schon. Wie nachhaltig das Ganze ist das weiß man dann nicht, aber meiner Meinung nach, wenn die sich das innerhalb eines Projektes selber erarbeitet haben, zumindest ihr Projekt, das was sie selber gemacht haben, das bleibt hängen. Ob das über das hören der anderen... das weiß man wie gesagt nicht. Aber vielleicht ergeben das ja diese Abtestate. #00:13:07-6#

I: Genau. Ich schiebe da nochmal eine kurze Rückfrage ein, und zwar also einmal, mir ist aufgefallen, das habe ich letzte Woche vergessen zu sagen, also beim Moritz und Johannes hatte ich schon den Eindruck, dass die wirklich teilweise auch die Prozesse verstanden haben, von denen sie geredet haben. Der Johannes hat unheimlich viel erklärt, beim Daniel hatte ich auch da den Eindruck. Bei den anderen konnte ich es nicht so gut sehen weil sie halt nichts vorgetragen haben, aber ich glaube da hätte ich auch ruhig eine Zwischenfrage stellen können und er hätte es mir erklären können. #00:13:37-4#

B: Hm-mm. Ja. #00:13:40-7#

I: Da kam ja auch von einer Schülerin glaube ich mal eine Frage, und da hatte er das ja mit den Staudämmen erklärt wie das funktioniert. #00:13:46-5#

B: Ja. #00:13:47-5#

I: Also da habe ich schon den Eindruck, dass manche Schüler wirklich Prozesse verstanden haben. Sind Sie denn der Meinung, dass das aber bei allen Schülern so war, oder dass es immer nur ganz kleine Ausschnitte sind, die die Schüler in diesem Wissen mitnehmen? Weil ich habe immer den Eindruck, und das kann ich auch aus dem Abtestaten sagen, faktisches Wissen bleibt eher hängen. Also die hören die Fakten, aber wie die Zusammenhänge danach dann sind, das ist dann immer so ein bisschen wischi-waschi wenn ich das so durchlese. #00:14:18-8#

B: Ja, ich denke das ist das grundsätzliche Problem, überhaupt an Schule. Genau da, an Wissensvermittlung. Dass wir... faktisches Wissen, dass es relativ einfach zu vermitteln. #00:14:26-5#

I: Ja. #00:14:27-7#

B: Ne, ich denke schon, auch wenn ich nochmal an das grüne Haus denke, die haben sich ja ganz viele Gedanken gemacht. Ich denke da war schon, da hatten alle aus der Gruppe hatte ich den Eindruck, verstanden worum es geht. Während es um die Gruppe um Daniel herum, der Daniel der hat das organisiert und er hat das gemacht, und der Rest hat einfach nur Theater gespielt. Also hat innerhalb...das was sie sollten, was sie vorgespielt haben, die Familie, das haben sie total gerne gemacht. Aber da glaube ich nicht dass da Zusammenhänge wirklich hergestellt wurden. #00:15:04-1#

I: O.k. Genau, da hatten wir noch die Nachhaltigkeit, also hat das Projekt ihrer Meinung nach einen nachhaltigen Eindruck bei den Schülern hinterlassen? Also sprich nicht nur das Wissen angeht sondern wenn man sie in einem halben Jahr nochmal darauf anspricht, kannst du dich noch daran erinnern, wie war das denn, ob die dann noch so viel von Wissen oder... #00:15:25-2#

B: Sagen wir mal so, an das Projekt werden Sie sich bestimmt gerne erinnern, das werden sie auch nicht vergessen. Das kommt vielleicht auch später noch mal in den Familien, wenn Sie selber Kinder haben, wir haben aber damals ein Projekt gemacht... ob die Inhalte des Projektes wirklich so hängen bleiben, das wage ich manchmal zu bezweifeln. Auch meine eigenen Inhalte, die ich unterrichte. Was davon hängen bleibt ist

manchmal erstaunlich, und was nicht hängenbleibt ist genauso erstaunlich. Also da habe ich keine große Hoffnung, dass das lange erhalten bleibt, dieses Wissen. #00:15:59-2#

I: Langfristig... #00:15:59-2#

B: Ja. #00:15:59-2#

I: OK. Weil das ist ja natürlich interessant, wir haben ja auch angedacht, ob man nicht in einem halben Jahr oder einem Jahr nochmal ein Abtestat macht, nur das ist dann für meine Doktorarbeit dann zu weit... #00:16:14-0#

B: ...zu weit... #00:16:14-0#

I: ...und ich bin ja dann schon gar nicht mehr dabei, wahrscheinlich. Genau, sind Sie der Meinung, dass die Schülerinnen und Schüler..obwohl, was habe ich jetzt hier geschrieben? Sind Sie der Meinung, die Schülerinnen und Schüler haben durch das Köln-Projekt ein verändertes Bewusstsein für ihre lokale Umwelt entwickelt? #00:16:35-7#

B: Das ist so ein bisschen... denke ich schwierig zu beantworten weil ich glaube, dass viele unserer Schülerinnen und Schüler schon von zuhause aus sehr umweltbewusst sind. Ne, wenn man hierdurch unsere Schule angeht, wir haben also, was auch Ernährungsweise angeht, wir haben ganz wenige Schüler, die sich augenscheinlich falsch ernähren ich denke schon, dass die aus einer älteren Schicht kommen, die bewusst mit dem Thema Umwelt umgehen. Und trotzdem glaube ich...also hoffe ich jetzt, dass durch dieses Thema sie selber auch nochmal angestoßen wurden auf erneuerbare Energien zum Beispiel anzustrengen, oder... vielleicht so ein kleines Beispiel, wir hatten ein Sportprojekt und waren in einer Kletterhalle, und einige der Schüler, die hier auch in diesem Projekt waren, waren zufällig in der Kletterhalle auch mit und sagten, ach Frau Kasper, die haben hier Toiletten, die werden mit Regenwasser gespült. Das nehmen wir in unser grünes Haus auf. Also sie haben dann das schon gesehen, dass offensichtlich auch die Stadt Köln da einige kleine Projekte macht und haben das wahrgenommen. Das ist ja schon mal gut. #00:17:48-9#

I: O.k. Sind die Schüler und Schülerinnen mit der Komplexität des Themas zurechtgekommen, oder fehlt Ihnen noch der Überblick für die groben Zusammenhänge und Prozesse des Stadtklimas. Wie sehen Sie das? Das hatten wir schon mal angesprochen aber... #00:18:04-8#

B: Ja, also ich denke, dass diese groben Zusammenhänge, das ist denen noch nicht klar geworden. Da...das wäre vielleicht sowas, zu überlegen ob man das bei einem nächsten Projekt nicht... dass man wirklich eine Zusammenfassung am Ende macht der einzelnen Projektthemen und die nochmal irgendwie in ein Schaubild irgendwie reinpackt. Also ich glaube das ist verloren gegangen. #00:18:28-3#

I: O.k. Gut. Wie schätzen Sie die Motivation ihrer Schüler und Schülerinnen gegenüber dem Köln-Projekt ein, also sowohl vor- als auch im Nachhinein, nachdem sie es durchlaufen haben? #00:18:41-2#

B: Also ich denke, dass sie eine hohe Motivation hatten. Das haben jedoch einige Tage gezeigt, wo die Schüler in die Uni gekommen sind obwohl sie eigentlich schulmäßig frei gehabt hätten. Das hätten die nicht gemacht wenn sie nicht wirklich Spaß daran gehabt hätten. Und auch hier das Projektarbeiten, das macht denen auch Spaß sich selber etwas zu erarbeiten, das nachher auch zu präsentieren, auch die beiden die heute ihre Präsentation aus technischen Gründen nicht zeigen wollten haben ja gesagt wir wollen das aber auf jeden Fall nach den Ferien noch zeigen. Also ich denke schon. #00:19:14-2#

I: Die waren auch ein bisschen enttäuscht. #00:19:18-2#

B: Ja. #00:19:18-2#

I: Ich fand das auch schade. #00:19:18-2#

B: Ja, aber es war eine hohe Motivation während des Projektes und auch jetzt hier im Nachhinein, denke ich, die haben ja auch wirklich nochmal eifrig diese Bögen ausgefüllt, die Abtestate ausgefüllt. Obwohl sie wussten, im Endeffekt, dass danach... #00:19:32-4#

I: ...nichts mehr kommt... #00:19:32-4#

B: ...nichts mehr kommt, ne, haben die das nicht mal schnell runtergeschludert. Also das fand ich schon...ein Kompliment. #00:19:42-7#

I: Das ist mir heute auch aufgefallen, ich dachte auch, dass die das versuchen so schnell wie möglich, damit sie... #00:19:41-7#

B: ...an die Muffins kommen, genau. Also das denke ich zeigt wirklich dass sie das auch mit Ernsthaftigkeit angegangen sind, und ja, das hat mich auch erfreut, muss ich schon sagen. Man kann es nicht immer erwarten, nicht mit jeder Schülergruppe. Aber die waren jetzt wirklich jeder motiviert. Lag vielleicht auch noch ein bisschen daran - das hatte ich Ihnen ja zu Beginn erzählt. Wir haben Anfang des Schuljahres an einem Projekt teilgenommen was überhaupt nicht betreut war. Und das war so frustrierend nachher für die Schüler, dass die gesagt haben, och, schon wieder ein Projekt? Und ich sie dann so ein bisschen überredet habe, Mensch, ja das ist aber ganz anders, und es ist ja hier an der Uni, und wir haben Ansprechpartner. Das die dann gesagt haben, ok, dann machen wir es noch mal. Und die waren, die Schüler waren auch einfach positiv überrascht. #00:20:31-5#

I: O.k. Wo waren wir jetzt? Genau. Wie bewerten Sie die Ergebnisse des Köln-Projekts, also erstmal allgemein, und dann insbesondere die Ergebnisse, die ihre Schüler und Schülerinnen erzielt haben. Also sprich, die Präsentation, die Ordner, was Sie jetzt letztendlich sichtbares, also als Ergebnis sehen konnten. #00:20:55-4#

B: Ja, also da muss ich zweigeteilt antworten. Die Ergebnisse des Köln-Projektes, würde ich sagen sind gute Ergebnisse rausgekommen. Aber ich glaube es fehlt die Nachhaltigkeit. Ne, weil es war ja auch unheimlich viel. Viele verschiedene Aspekte, die die Schüler abgearbeitet haben. Und da wie gesagt, wenn der große Zusammenhang fehlt, fehlt auch die Nachhaltigkeit. Das ist das eine. Das andere, die Ergebnisse die die Schülerinnen und Schüler hier gezeigt haben von ihren Projekten haben mich wirklich überrascht. Also das habe ich auch schon währenddessen gesagt. In welcher hoher Qualität die das auch gemacht haben, und wo ich auch wirklich, bis auf die beiden Jungs wo ich weiß dass da die Eltern nicht hinter standen. Und da denke ich, da haben die sich wirklich reingekniet. #00:21:49-1#

I: Halten Sie es für wichtig dass Schule und Universität enger zusammenarbeiten, und falls ja warum? #00:21:57-1#

B: Auf jeden Fall! (lacht) Auf jeden Fall finde ich das. Schon erstmal aus meiner eigenen Erfahrung heraus. Ich habe auch selber die Schule durchlaufen und bin dann an die Uni gekommen. Und es war was total anderes für mich. Ne, das war eine ganz andere Welt. Das ist heute vielleicht ein bisschen anders, weil es ein bisschen wieder mehr verschult ist. Aber einfach zu sagen wir gehen raus aus der Schule, wir gucken uns das an was auf euch zukommt sozusagen, finde ich sehr wichtig. Also innerhalb eines Schülerlabors ist man natürlich wieder in einem sehr geschützten Rahmen, aber wir machen ja auch noch andere Ausflüge an die Uni, wo in der Chemie Projekte, Tagesprojekte dann laufen, so dass die Schüler da auch ein bisschen rein kommen. Das finde ich sehr wichtig, dass die Universitäten sich da auch ein wenig geöffnet haben. Und ich finde es von der umgekehrten Seite her auch wichtig, dass die Studenten die ja in irgendeiner Form später mal auf Schüler treffen, dass die auch sehr früh mit Schülern, und nicht nur im Rahmen eines Praktikums was er jetzt alle machen sondern mit den Schülern in Berührung kommen, sondern tatsächlich auch im eigenen Umgang. Und deshalb finde ich es auch, um auch nochmal auf diese eine Frage dann zurückzugreifen, schon wesentlich besser, auch wenn die Studenten das mehr mit vorbereiten können. Wenn die Möglichkeit da ist, das weiß ich ja nicht ob die gegeben ist. #00:23:18-8#

I: Oder die Nachbereitung ein bisschen stärker mitbetreuen. #00:23:20-7#

B: Genau. Dass die einfach jetzt nicht nur einmal reinpoppen und wieder rauspoppen, sondern dass das für die auch ein Prozess ist, wie für die Schüler dann auch. #00:23:29-8#

I: Hm-mm. Ok. Ist es mit dem Köln-Projekt gelungen zwischen universitären Projekten und Inhalten eine Brücke zur Schule zu schlagen? #00:23:41-4#

B: Ich denke schon. Ne, also ich meine das ganze Interview zieht ja im Endeffekt darauf ab, dass ich mir auch wünsche, dass sowas auch institutionalisiert wird. Dass man sagt an geht immer wieder mal mit einer Klasse dahin, und zwar immer in der Jahrgangsstufe...oder wie auch immer man das jetzt organisieren könnte... das wäre schon... und wir haben ja auch das Glück das wirklich Tür an Tür sozusagen sind. #00:24:06-3#

I: Ich wollte gerade sagen, Sie sitzen ja wirklich an der Quelle mit ihrer Schule, nebenan. Das ist halt natürlich die Schwierigkeit, wir würden es uns auch wünschen, aber ist halt schwierig Schulen anzuwerben die dann dauerhaft sagen wir kommen jedes Jahr mit der achten Klasse zweimal oder wie auch immer. Weil die einfach auch längere Anfahrten haben und das auch genehmigt werden muss, und dann fällt der Unterricht aus, und und. Also... aber wir arbeiten daran. Wir haben schon das Schillergymnasium, die kommen auch recht häufig,

die sind ja auch nicht so weit weg, Ihre Schule war ja auch schon mal da, also es ist...es zeichnet sich, ob das einige Schulen das jetzt auch öfters wahrnehmen, das Angebot. #00:24:47-1#

B: Ja. Und ich werde vielleicht auch, um das hier noch ein bisschen mehr zu verorten an der Schule in unserer nächsten Fachkonferenz auf jeden Fall dieses Projekt vorstellen, also kurz erzählen was wir gemacht haben um eben wirklich dafür zu werben, dass mehr Kollegen das auch wahrnehmen. #00:25:06-2#

I: Ansonsten wie gesagt, wenn das zu viel Unterrichtszeit wegnimmt für andere Fächer ist ja auch immer die Möglichkeit für einen Tag nur zu kommen und dann sind das vier Stunden, und dann durchlaufen die Schüler dann nur vier Experimente aber sie haben dann schon mal etwas gemacht und werden auch betreut von den Studenten, und haben dann einfach auch schon mal einen Einblick. #00:25:27-6#

B: Hm-mm. #00:25:31-3#

I: Gut, ich glaube frage 25 können wir dann weglassen, das haben wir jetzt zur Genüge, das nachhaltige Potenzial haben wir jetzt auch schon beantwortet mit Frage 26. Zukunftspotenzial, Frage 27. Wie sehen Sie das, ob sich das Projekt zukünftig durchsetzen kann mit Überarbeitung und mit Verbesserung für dieses Konzept. Ob wir an diesem Konzept festhalten sollen an der Uni Köln, das wäre die Frage. #00:26:04-6#

B: Das würde ich... ganz am Anfang haben wir darüber gesprochen wie wichtig die Inhalte sind. Das ist vielleicht manchen Biologielehrern gar nicht so klar welche Inhalte man damit noch ab greifen kann sozusagen. Ich denke schon dass das Zukunft hat nur das kleine Problem ist eben wirklich die Zeitplanung. Und da habe ich mir überlegt, ob es nicht auch eine Möglichkeit für Sie gibt sozusagen in die Schulen zu kommen. Ich weiß zwar natürlich, die Projekte waren zum Teil sehr groß und sehr aufwendig, aber es gab ja auch kleine... #00:26:37-4#

I: ...Experimente... #00:26:40-8#

B: ...Experimente, wenn ich an diese erneuerbaren Energien denke oder das mit dem... die Stadt unter der Glocke. Sowas wäre ja mobil, unter Umständen. #00:26:49-6#

I: Und dann auch mit ihrer Ausstattung, man könnte ja auch die Ausstattung... #00:26:53-1#

B: ... Man könnte hier auf dieser Ausstattung zurückgreifen, dass man einfach sagt... also für uns ist es wie gesagt total einfach, wir kommen zu Ihnen, wir gehen ja praktisch nur über den Pausenhof und sind schon da. Dass man anderen Schulen erstmal die Möglichkeit eröffnet, und die sozusagen erstmal ein bisschen Blut lecken lässt. #00:27:08-7#

I: Also wir haben tatsächlich auch schon ein Antrag auf ein mobiles Schülerbüro gestellt. #00:27:12-9#

B: Ahhh! (lacht). Ja. #00:27:15-7#

I: Wie weit das jetzt ist weiß ich noch nicht, da müsste ich nochmal mit meinem Profi sprechen, also wir haben...es steht in den Kinderschuhen, oder in den Startlöchern, dass wir wirklich sowas wie einen Bus bekommen, wo wir die Experimente die wir haben oder das ganze Equipment tatsächlich dann mitnehmen zu einer Schule, entweder auf dem Schulhof oder in einem Raum aufbauen, und dann halt auch die Sachen vorführen. #00:27:34-1#

B: Ja. Und ich glaube dann ist es noch zukunftssicher war. Weil wie gesagt, das Problem wird zunehmend sein, Auch dass die Schulen einfach keine Zeit mehr haben. #00:27:45-9#

I: Ja. #00:27:45-9#

B: Also keine 4 Stunden mehr haben. Wenn es ein Doppel Stundenkonzept gibt, dann kann man das mal in einer Doppelstunde machen. Aber vier Stunden wird man wenige Schulen begeistern können. #00:27:55-2#

I: Genau. Ok. Frage 28, die haben sie eigentlich auch schon fast beantwortet. Würden Sie das Projekt oder ein ähnliches noch einmal mitmachen? #00:28:03-7#

B: Ja, sehr gerne, weil ich einfach wirklich auch... es schön fand, also wirklich auch schön fand das mitzumachen. Und die gesagt eben Themen angesprochen wurden, die ich so nicht in den Unterricht eingebracht hätte. #00:28:25-8#

I: Ja, Frage 29 haben wir eigentlich auch schon. Würden Sie das Köln-Projekt Kollegen oder anderen Schulen weiter empfehlen? #00:28:27-9#

B: Werde ich auf jeden Fall machen. #00:28:31-3#

I: Haben Sie ja schon gesagt mit der Fachkonferenz. Ja, und jetzt, Frage 30, haben Sie noch weitere Tipps, Anmerkungen, Kritiken, die wir jetzt vielleicht noch nicht erwähnt haben zu dem Projekt und zu der Durchführung, oder allgemein? #00:28:44-5#

B: Also was ich wirklich vielleicht nochmal machen würde ist dieses Konzept überarbeiten der Arbeitsblätter, die die Schüler kriegen. Ich habe mir jetzt die Hefte durchgesehen. Die sind zum Teil total durcheinander abgeheftet weil die gar nicht mehr den Überblick hatten, wo hab ich jetzt was gebraucht. Da wäre vielleicht eine kontinuierliche durch Nummerierung ganz sinnvoll. Es wäre auch eine Nummerierung der Projekte sinnvoll, dass die wissen was gehört jetzt eigentlich wozu? Das fände ich so ganz schön. Und ja, ich denke schon, die Arbeitsblätter fände ich könnte man... also ich fand sie gut, fand sie schön, aber ich würde sie für ein Gymnasium noch einmal aufarbeiten, für eine Gymnasialstufe. #00:29:35-7#

I: Ok. Sonst noch irgendwas? #00:29:41-0#

B: Ja, eigentlich das was wir schon gesagt haben, ich würde die Studenten ein bisschen mehr einbinden in das ganze Projekt, dass Sie das Ganze ein bisschen mehr im Laufe betreuen. Das wäre glaube ich auch für die Schüler ganz gut. Vielleicht könnte man zum Beispiel auch einen Studenten mit einer Gruppe mitlaufen lassen. #00:29:57-9#

I: Ja. #00:29:57-9#

B: Dann muss der zwar alle Experimente kennen, aber das wäre auch nicht schlimm. Dass die Gruppen sozusagen einen Betreuer... #00:30:04-3#

I: Also die festen Gruppen wie sie sowieso... mit den Schülern waren, dass sie dann auch einen festen Betreuer quasi haben. #00:30:07-1#

B: Genau. Denn dann hätte er auch so einen bisschen besseren Überblick darüber wer sich jetzt aus der Gruppe raus schummelt. So kam der jedes Mal zu jemand neues, ist klar, Sie haben eine Videoauswertung gemacht... #00:30:21-6#

I: ...eine Auswertung noch nicht, aber... #00:30:24-1#

B: ... aber Sie haben sich die Videos ja schon mal angeschaut. Ich habe das so beobachtet, dass es immer wieder Leute gab die sich da rausgezogen haben. Und wenn immer wieder jemand neues, der muss ja erstmal gucken wie ist denn das, und wie ist der? Und ich würde sagen wenn es ein und derselbe ist, beim zweiten Mal würde der schon etwas sagen können. #00:30:41-9#

I: Das ist auch ein Konzept das wir schon überlegt haben, dass man die Betreuer wirklich mit einer Gruppe mitlaufen lässt. Auf der anderen Seite, wir haben uns als Betreuer immer ach den Experimenten zusammen hingesetzt und nochmal besprochen, und ne, wer hat sich da... also am Anfang konnten man ja... konnten die alle Namen noch nicht, aber beim zweiten Mal war es schon, ja der Vincent zieht sich da gerne mal raus... #00:31:01-5#

B: Ja, genau (lacht)! #00:31:03-0#

I: Ne, dann wussten schon eigentlich alle Bescheid, also wenn sie den haben, dass sie den Versuchen nochmal anzusprechen und... #00:31:09-1#

B: ..ok, ja gut. #00:31:09-1#

I: Also da haben wir uns auch schon versucht uns zu unterhalten und zu koordinieren, dass jeder eigentlich Bescheid weiß wo man so ein bisschen in welcher Gruppe gucken muss. Aber natürlich ist so ein Konzept wo ein Betreuer mitläuft ständig einfach besser. Weil dann hat man eine Ansprechperson, und vielleicht ist es auch für die Schüler einfach besser, dann weiß man, ok, das ist jetzt mein Betreuer, der begleitet mich sechs Wochen lang. #00:31:32-7#

B: Genau. #00:31:35-9#

I: Und, ne, wenn ich irgendein Problem habe, dann ist ja auch schon so eine Beziehung ein bisschen da. #00:31:39-4#

B: Genau. Das denke ich... und er jetzt der Betreuer eben auch noch in diese zweite Phase, die Projektphase mit einbezogen würden, denke ich wäre es für beide Seiten befruchtend. #00:31:52-8#

I: Hm-mm, denke ich auch. #00:31:55-5#

B: Für die Studenten genauso wie für die Schüler. Wobei man dann wieder hingucken muss, also die Schüler haben ja wirklich die Projekte ganz selbstständig gemacht und auch wunderschön. #00:32:02-1#

I: Ja, und dann hatten wir auch neue Gruppen, also das wäre jetzt... #00:32:03-5#

B: Genau. Dann könnte man vielleicht auch sagen, ja, wenn die einen Betreuer haben, dann verlassen sie sich auf den. Dann sagen die, was sollen wir denn jetzt machen? Also dann müsste sich auch der Betreuer in der Phase auch erstmal sehr zurückziehen, aber das wäre eine Sache der Absprache dann. #00:32:17-9#

I: Ja, oder man macht es halt so, dass alle Betreuer einfach nur noch als Berater oder Experten hier sitzen und nicht für eine bestimmte Gruppe noch zuständig sind. #00:32:25-8#

B: Ja. Dass man irgendwie... ne, aber da muss man daran denken, nur ansonsten, würde ich sagen... ich fand es sehr schön, dass wir es auch zusammen vorher besprochen haben, also dass ich nicht so ganz ins nasse Wasser gesprungen bin da, sondern dass ich da... #00:32:45-3#

I: ...da hatte ich ein bisschen Sorge, ob ich genügend Informationen fließen lasse. #00:32:47-8#

B: Doch, das war jetzt... für mich war es ausreichend, ich mache den Job jetzt auch schon ganz lange. So dass ich da ja auch immer recht flexibel reagieren konnte. Das ist ja kein Problem. #00:33:00-9#

I: O.k. Gut, dann wär es das erstmal. Ich bedanke mich nochmal. #00:33:06-2#

B: Gerne, gerne. Und wie gesagt, immer wieder! #00:33:05-1#

I: Ja, ich mach das jetzt schon mal aus [Aufnehmende]

Storytelling

Die Storys enthalten Zitate aus den Experteninterviews. Diese sind teilweise gekürzt oder leicht modifiziert, um besser in den Fließtext zu passen. Aufgrund der Zitate und der Methode kommt auch Umgangssprache in den Storys vor.

Alle Aussagen in Anführungsstrichen sind Originalzitate aus den Interviews mit der Expertin und daher zum Teil umgangssprachlich.

Erstes Experteninterview: Der erste Durchgang – „Ich hatte ein besser ausgestattetes Labor (an der Uni) erwartet!“ „Wir gehen in die Uni! Wir arbeiten mit der Uni zusammen!“.

Ich bin schon seit vielen Jahren Lehrerin am Erzbischöflichen Gymnasium Liebfrauenschule in Köln-Lindenthal. Ein großer Teil unserer Schüler*innen kommen aus Haushalten mit einem eher höheren Bildungsstand und gutem sozialen Umfeld. Unsere Schule hat verschiedene Zweige, wie Musik und Kunst oder Naturwissenschaften und ist in allen Bereichen sehr gut ausgestattet. Als Biologie- und Chemielehrerin profitieren mein Unterricht und ich

von dieser Ausstattung. Im Differenzierungsbereich biete ich ab der achten Klasse einen Biochemie-Kurs als Wahlfach für Schüler*innen mit naturwissenschaftlichen Interessen. Daher war ich sehr interessiert als eines Tages ein Flyer der Universität zu Köln mit der Überschrift „K.Ö.L.N. – Kreatives. Ökologisches. Lernen für Nachhaltigkeit. *Urbane Jugendliche gestalten die Stadt der Zukunft*“ im Lehrerzimmer auslag. Es war ein Angebot mit Konzept zur Zusammenarbeit mit dem zdi-Schülerlabor der Uni Köln.

Das Thema um das es ging, das ‚Stadtklima Kölns‘, gehörte aber für mich eigentlich in den Erdkundeunterricht. Da wir aber im Differenzierungsbereich „kein feststehendes Curriculum“ haben, sondern „sehr frei in den Themen ‚Mensch und Umwelt‘“ sind und ich es interessant fand, dass „die ganze Klasse (der Kurs) an so einem Projekt teilnimmt“, habe ich mich bei der Projektleiterin gemeldet.

Sie bringen halt sehr gute Voraussetzungen mit, weil „wir mit unseren Schüler*innen sehr viel Projektarbeit machen“ und „auch arbeitsteilig zu arbeiten, das kennen unsere Schüler*innen.“. Überdies bringen sie durch ihren sozialen und familiären Hintergrund schon ein gewisses Maß an Umweltbewusstsein mit.

Der Kontakt zwischen der Projektleiterin und mir ist gut gelaufen. „Ich fand es sehr schön, dass wir es (das Projekt) zusammen vorher besprochen haben, also dass ich nicht so ganz ins nasse Wasser gesprungen bin (...).“ Wir trafen uns und legten einen Zeitplan fest, welcher aus zwei Phasen bestand, eine im Schülerlabor der Uni und anschließend eine bei uns in der Schule. „Die Konzeption hat mir richtig gut gefallen“, auch wenn man immer Kleinigkeiten ändern kann. „Aber von der Grundplanung her, denke ich, war es schon mal sehr gut durchdacht“. Als es dann zum ersten Termin ins Schülerlabor ging, waren die Schüler*innen doch aufgeregt, schon die Tatsache, dass sie in die Uni gehen durften war klasse! „Das haben sie jedem hier (in der Schule) erzählt, „*Wir gehen in die Uni! Wir arbeiten mit der Uni zusammen!*“ Also, das war für die einfach ein Highlight, obwohl sie ja nur von einem Labor ins andere gegangen sind“. Mir gefiel sehr, „wie die Kinder an der Universität aufgenommen worden sind, wie die Studierenden und auch wie Sie (die Projektleiterin) sich um die Kinder gekümmert haben. (...) Die konnten sich jederzeit an sie wenden, ich hatte nie den Eindruck, dass sie gelangweilt waren (...). Ich fand das schön, (...) dass da eine sehr enge Betreuung war“ (Vierer- und Fünfergruppen mit einem/r Betreuer*in an jeder Station). „Das haben die ja bei mir (in der Schule) nicht.“ Außerdem fand ich, „dass das Projekt sehr gut vorbereitet war“. Die Lernumgebung sowie „die Experimente, die ausgewählt waren, waren ansprechend aufgearbeitet für die Kinder“ und die angesprochenen Bereiche sehr sinnvoll. Die Schüler*innen erhielten Ordner um ihre Arbeitsblätter und ihr Material abzuheften, das war für mich als Lehrerin sehr ansprechend. „Ja, ich war sehr zufrieden“ im Hinblick auf die Organisation des Projektes.

Die Schüler*innen machten Messungen, sind „nach draußen gegangen und haben ihren Stadtteil betrachtet“. Sie waren im Vergleich zu einem vorherigen Projekt „einfach positiv überrascht“, so dass sie eine hohe Motivation an den Tag legten. „Das haben doch einige Tage gezeigt, wo die Schüler*innen in die Uni gekommen sind, obwohl sie eigentlich schulmäßig frei gehabt hätten. Das hätten die nicht gemacht, wenn sie nicht wirklich Spaß daran gehabt hätten.“

Interessanterweise „hatte ich ein besser ausgestattetes Labor (an der Uni) erwartet. (...) Es war ja doch viel auch selbst gebastelt,...). Das hätte ich jetzt nicht erwartet, aber ich fand das sehr kreativ. (...) auf der anderen Seite, muss ich (...) sagen, finde ich das auch gar nicht so schlecht, weil die Schüler*innen, die hier unsere doch vielleicht ganz gut ausgestattete Schule kennen, gesehen haben, dass ich (man) Experimente machen kann mit Flaschen, (...), die ich (man) selber mit irgendwas umwickle oder mit einfachen Körben, die ich (man) unterschiedlich ausstatte zu, ja, messbaren Ergebnissen komme(t). Das hat mich erstaunt!“

Die Schüler*innen bekamen viele neue Eindrücke im Schülerlabor, arbeiteten wissenschaftlich mit Studierenden und eigneten sich dabei zumindest viel „faktisches Wissen an, das ist relativ einfach zu vermitteln,“ über das Klima ihrer Stadt Köln. Da das Projekt verschiedene Schulformen ansprechen soll, war die „Themenstellung, denke ich, sehr angemessen“. Unsere Schüler*innen hätte man an verschiedenen Stellen „noch ein bisschen mehr (heraus)fordern können“, zum Beispiel waren „die Arbeitsblätter der einzelnen Arbeitsgruppen sehr augenfällig konstruiert“.

In der zweiten Projektphase kamen die Projektleiterin und ein Teil der Studierenden in die Schule. In den nächsten Wochen sollten sie nun eigenständig ihr Themenfeld bearbeiten, Informationen sammeln, kreativ werden und am Ende ihr Thema unter der Perspektive „Wie sieht deine Stadt Köln im Jahre 2050 aus?“ in etwa 20 – 25 Minuten vor dem Kurs und der Projektleiterin präsentieren und diskutieren. Das „Arbeiten in der Gruppe hat denen schon sehr viel Spaß gemacht. Das hat man gesehen. (...) Und auch das Projektarbeiten, das macht denen auch Spaß sich selber etwas zu erarbeiten“, was sie nachher präsentieren können.

„Wenn ich nochmal an das ‚Grüne Haus‘ denke, die haben sich ja ganz viele Gedanken gemacht“ und ein schönes Modell gebaut sowie ein ganzes Stadtviertel in ihrer Präsentation begrünt und umgestaltet. Eine andere Gruppe hat „Theater gespielt“ und eine Familie mit unterschiedlichem Konsumverhalten in die Zukunft reisen lassen. Der Film, den sie dazu gedreht haben, hat alle zum Lachen gebracht, enthielt trotzdem einige gute Informationen. Sehr viele Informationen hatte auch eine andere Gruppe gesammelt. Sie stellten verschiedene Standorte in Köln und Umgebung vor, z.B. die Müllverbrennungsanlage in Niehl, den Stadtwald in Lindenthal, die Shell-Raffinerien in Godorf und Wesseling etc. Zudem sprachen sie dabei fast alle Inhalte aus dem Schülerlabor an. Etwas Ähnliches machte eine weitere Gruppe, allerdings verglichen sie Standorte und stadtklimatische Inhalte Kölns mit Peking und einer Kleinstadt in Baden-Württemberg namens Nagolds. Sie machten Fantasiereisen in diese Städte und schrieben ein Tagebuch über ihre Erlebnisse und die klimatischen Unterschiede. Die fünfte Gruppe drehte einen Film über Köln und interviewte dafür unter anderem eine alte kölsche Dame, ein junges Mädchen und den Leiter des Grünflächenamtes in Köln. Wie toll ist das denn?! Sie diskutierten dabei, ob „Köln den richtigen Weg geht“ und ob das Stadtklima in Köln gut oder schlecht ist. Bei allen Projekten hatten sich die Schüler*innen sehr viel Mühe gegeben, so dass ich allen für diese Arbeit und ihre Präsentationen eine gute bis sehr gute Note geben konnte. Da „eine Masse an Fakten“ und „viel an Informationen geflossen“ sind, bin ich überzeugt, dass die Schüler*innen durch das K.Ö.L.N.-Projekt an Wissen über das Klima ihrer Stadt dazu gewonnen haben. „Wie nachhaltig das Ganze ist, das weiß man nicht. Aber „wenn die sich was innerhalb eines Projektes selber erarbeitet haben“, bleibt meiner Meinung nach „zumindest ihr Projekt, das was sie selber gemacht haben“, hängen. Ob sie durch das Zuhören von den anderen Projekten viele Informationen abspeichern und vernetzen konnten, das weiß ich nicht, „aber vielleicht ergeben das die Abtestate“ und die Begriffsnetze.

„Und trotzdem glaube ich, also hoffe ich jetzt, dass sie durch dieses Thema selber auch nochmal angestoßen wurden, auf erneuerbare Energien, zum Beispiel, umzusteigen. (...). Vielleicht so ein kleines Beispiel, wir hatten ein Sportprojekt und (...) einige der Schüler*innen, die hier auch in diesem Projekt waren, waren zufällig in der Kletterhalle (...) und sagten, „*Ach Frau Kasper, die haben hier Toiletten, die werden mit Regenwasser gespült. Das nehmen wir in unser ‚Grünes Haus‘ auf.*“. Also, sie haben dann das schon gesehen, dass offensichtlich auch die Stadt Köln da einige kleine Projekte macht und haben das wahrgenommen. Das ist ja schon mal gut.“

Insgesamt sind aus meiner Sicht bei dem K.Ö.L.N.-Projekt „gute Ergebnisse herausgekommen“, vor allem die Ergebnisse, die „die Schüler bei ihren (eigenen) Projekten hier gezeigt haben, haben mich wirklich überrascht. Also, (...) in welcher hoher Qualität die das auch gemacht haben (...), da haben die sich wirklich reingekniet.“

Ich, als Lehrerin, würde an dem Projekt und Konzept festhalten und würde mir das auch von der Universität wünschen. Allerdings sollte gerade bei diesem umfangreichen Projekt darauf geachtet werden, dass „Schulen einfach keine Zeit mehr haben (...) also keine vier Stunden“. Damit „wird man wenige Schulen begeistern können“, aber wenn es ein Doppelstunden-Konzept gibt“, das ließe sich eher vereinbaren. Allerdings sollten dann Universität und Schule nahe beieinander sein. Ich habe mir auch „überlegt, ob es nicht auch eine Möglichkeit für Sie (Projektleiterin und Studierende) gibt sozusagen in die Schulen zu kommen?“. Man könnte weniger aufwendige Experimente und Stationen mobil machen und zusätzlich auf die Ausstattung der jeweiligen Schule zurückgreifen. So würde „man anderen Schulen erst mal die Möglichkeit eröffnen (...) ein bisschen Blut zu lecken“.

Zum Schluss möchte ich sagen, dass ich es „wirklich auch schön fand das (Projekt) mitzumachen. Und wie gesagt, eben Themen angesprochen wurden, die ich so nicht in den Unterricht eingebracht hätte. (...). Auf dem ersten Blick wirkt das Thema ‚Stadtklima‘ nicht unbedingt interessant für Schüler*innen, weil sie meistens keine direkte Verbindung zu dem Thema haben. (...) Also, ich glaube, so ganz alleine auf mich gestellt, hätte ich mich mit dem Thema nicht auseinandergesetzt.“. Vor der Durchführung des Projekts (ich war eher als Beobachterin und Beraterin beteiligt), „(...) war mir selber nicht so bewusst, (...) wie wichtig die Inhalte sind“ und wie interessant dieses fächerübergreifende Thema ist. „Manchen Biologielehrer*innen ist gar nicht so klar, welche Inhalte man damit noch abgreifen kann (...). Ich denke schon, dass das (Thema) Zukunft hat.“. Ich möchte dem Thema ‚Stadtklima‘ in Zukunft mehr Bedeutung beimessen. „Wir werden es nie in den Biologieunterricht integrieren können, aber gerade für den Differenzierungsbereich, denke ich schon, ist das ein wunderschönes Thema.“

Zweites Experteninterview: Der zweite Durchgang – „Ich habe das jetzt in unserem Curriculum fest installiert und reingeschrieben“

Da der erste Durchgang mir sehr gut gefallen hat und ich die Zusammenarbeit mit der Projektleiterin und der Universität gerne mag und interessant finde, habe ich mich dazu entschieden im neuen Schuljahr mit meinem neuen Differenzierungskurs erneut am K.Ö.L.N.-Projekt teilzunehmen. Ich bin der Meinung, dass so eine Kooperation prinzipiell in den Differenzierungskurs integriert werden sollte, daher hoffe ich auch, dass es nach dieser Teilnahme zu einer dritten Zusammenarbeit kommt. Obwohl das Thema ‚Stadtklima‘ in den Erdkundeunterricht gehört, werde ich es jedenfalls in den Differenzierungsbereich aufnehmen, egal ob mit der Universität oder nicht, weil es nirgendwo anders gemacht wird!

Zu Beginn möchte ich ein paar Dinge zu den Bedingungs Umständen der zweiten Zusammenarbeit sagen. Mein Kurs war dieses Mal ein halbes bis dreiviertel Jahr jünger (oder früher dran) als die vorherige Gruppe und auch die Zusammensetzung der Gruppe erscheint mir dieses Mal problematischer. „In der Gruppe davor würde ich mal sagen, waren vielleicht von den 18 Schülern, die dabei waren, (...) vier die nicht ganz so eifrig waren. Und hier in der Vergleichsgruppe, sind eher sechs Leute, die sehr eifrig waren, und der Rest, der lieber rumgespielt hat. (...) Nee, die Jungs waren einfach noch ein bisschen verspielter in der Gruppe.“. Aus diesem Grund hätte ich mir gewünscht, dass „die Studenten ein bisschen besser vorbereitet gewesen wären. (...). Ich hatte im Gegensatz zu der ersten Gruppe hier wirklich den Eindruck, dass die Studenten unbeholfener waren. Vielleicht auch unvorbereiteter ins kalte Wasser gesprungen sind, aus welchen Gründen auch immer. (...) Hier kam eine Gruppe (von Studierenden) zusammen, die die Schüler wirklich ganz eng geführt (...) und denen wenig Freiraum gelassen“

hat. „Die hingen irgendwie mehr in der Luft, haben zum Teil auch Dinge falsch gemacht. Da habe ich sie auch direkt darauf aufmerksam gemacht, das ist ja dann auch nicht mehr (bei den Schüler*innen) angekommen. Aber leider stand das dann in wirklich etlichen Heften (...) falsch drin. Hinzu kamen die Zeitprobleme und dann war hier (im Schülerlabor) einfach ein riesen Pech, einmal mit den Bauarbeiten, und dass halt Geräte ausgeliehen waren“.

Genau wie bei der ersten Gruppe hatte „die Tatsache, dass wir aus der Schule rausgehen und in die Uni gehen, das hat einen ganz, ganz hohen Stellenwert bei den Schülern. Einen anderen Lernort aufzusuchen, auch wenn es (...) nur um die Ecke ist, ist das für die Schüler was Besonderes und ich glaube, das steigert wirklich deren Motivation sich mit solchen Themen auseinanderzusetzen. Und das steigert ihr Selbstbewusstsein“.

Wie auch schon die Vorgängergruppe, fanden die (Schüler*innen der Vergleichsgruppe II) es „auch ganz toll an der Uni. (...). Immer wenn wir durch die Schule gingen um hierher (ins Schülerlabor) zu kommen, „*Wo geht ihr denn hin?*“, „*Ja, wir gehen zur Uni!*“ (...) das hat denen auch Spaß gemacht. (...) Das war wirklich für die (Schüler*innen) etwas Besonderes (...) und sie haben durchaus mitgekriegt, dass das mit viel Mühe gemacht war. Also, die haben schon inzwischen verstanden, dass man nicht mal gerade eben so etwas dahinstellt“. Eine Schülerin „sagte mir irgendwann auf dem Rückweg, *Mein Gott, die machen sich echt Mühe mit uns!*“.

Den Schüler*innen hat es Spaß gemacht „die ganze Zeit zu experimentieren und sich da auch Gedanken zu machen. Auch mit den Arbeitsblättern“ haben die sich mehr oder weniger intensiv auseinandergesetzt. „Hier (im Schülerlabor) brauchten sie nur einzutragen, das fanden sie klasse.“ Ich finde die Arbeitsblätter gut für die Nachbereitung und meinen Unterricht, auch für den Fall, dass ich irgendwann nicht mehr mit der Uni zusammenarbeite.

Die Nachbereitung war dieses Mal ausführlicher, als bei dem ersten Durchgang (mit der VG I), „das fand ich gut! Also, das hätte ich mir beim ersten Durchgang mehr (auch) gewünscht, (...) das war sehr sinnvoll. (...). Ich würde das in der Schule auf jeden Fall genauso machen auch, nochmal einzeln zu besprechen!“

Von der Planung her ist diese Gruppe (VG II) in der Schulphase zwar „mit viel mehr Themen in Kontakt gekommen“. In der vorherigen Gruppe (VG I) „haben die Schüler sich (nur) mit ihrem Thema auseinandergesetzt, aber das sehr intensiv. Sie haben sich die anderen (Themen der Mitschüler*innen) zwar angehört, aber haben natürlich das meiste Wissen aus ihrem eigenen (Thema) mitgebracht. Hier (bei der VG II) hatten sie die Möglichkeit (...) sich viel breiter zu informieren“. Wir wollen ja immer, dass ein Thema insgesamt (ganzheitlich) erfasst wird. Aber ich glaube, dass die damit ein bisschen überfordert waren.

„Es war zwar genau die gleiche Jahrgangsstufe“, aber mit der letzten Jahrgangsstufe haben wir das Projekt am Ende des Schuljahres gemacht und jetzt haben wir es am Anfang der achten Klasse gemacht. „Es wäre vielleicht mit einer etwas älteren Lerngruppe dann besser gewesen. (...) Die Komplexität ist eben in all diesen Themen angesprochen worden, aber irgendwie haben wir es dann nicht geschafft einen Bogen zu schlagen. (...) Ich glaube, die (Schüler*innen der VG II) haben ihre Einzelthemen jetzt alle gehalten und haben nicht kapiert, dass jedes Thema sich im Endeffekt auf das gesamte Thema Stadt Köln bezog. (...) Obwohl der Auftrag“ in der zweiten Phase in der Schule da war, „haben sie es nicht umgesetzt“, außer bei gewissen offensichtlichen Aspekten, wie dem Grüngürtel. „Die (Schüler*innen) hatten noch nicht diese Bereitschaft oder die Möglichkeit etwas abstrakter zu denken. (...) Sehr wahrscheinlich hätten da ein bis zwei Stunden (mehr) gut getan. Aber auch das, sage ich mal, ist Schulalltag. (...) Also, ich glaube - im Nachhinein ist man immer schlauer - dass man es von der Aufbereitung her, doch ein bisschen anders wählen müssen. Ich hoffe dennoch, dass sie irgendetwas mitgenommen haben. Das ist

eine Hoffnung, die ich habe. Aber (...) es sind Achtklässler, die mit allem Anderen mehr beschäftigt sind, als mit ihrer Umwelt“.

Ich denke, dass die Schüler*innen der VG II durch das K.Ö.L.N.-Projekt auf jeden Fall an Wissen dazu gewonnen haben. Gerade auch durch die Versuche, die Inhalte und auch die Frage „*Wo würdest du lieber leben?*“ bei der Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘ „ist denen so einiges bewusst geworden“. Sie „haben vielleicht ein bisschen verstanden (...) was die Stadt Köln an Projekten oder (...) an Planung macht“. Allerdings glaube ich nicht, dass diese Schüler*innen (der VG II) auf sich alleine gestellt die für sie völlig neuen Experimente machen könnten. „Keine Chance!“ Dennoch zeigen die Ergebnisse des Projektes erneut „wirklich eine schöne und wertvolle Arbeit“. Auch bei ihren Hefern haben die Schüler*innen das „sehr gut gemacht“.

Aber im Vergleich zu der anderen Gruppe (VG I), „glaube ich nicht, dass sie (VG II) das Gesamthema erfasst haben, das haben die anderen (VG I) besser erfasst“. Durch die Offenheit und die Wahlfreiheit war Kreativität und „ein Methodenwechsel“ drin, der „jetzt hier in dieser zweiten Gruppe, weil sie alle auftragsgemäß einen Kurzvortrag halten sollten, nicht gegeben war“. Außerdem sind die (Schüler*innen der VG II) „das auch noch nicht so gewohnt, dass sie Verantwortung für Vorträge übernehmen müssen“, das lernen sie „in dieser Jahrgangsstufe vermehrt“. Die anderen (VG I) hatten halt ein bisschen mehr Vorlauf da.“

Da das Projekt dieses Mal relativ am Anfang des Schuljahres stattfand, kannte ich die Gruppe (VG II) auch noch nicht so gut. „Deshalb habe ich als wir am Anfang das Konzept entwickelt haben, gesagt, ‚Ah ja, prima!‘ und habe an die andere, an die erste Gruppe (VG I), gedacht. Da hätte das, glaube ich, gut funktioniert“. Aber diese Gruppe (VG II) hätte man „stärker lenken müssen, weil die doch sehr unkonzentriert sind manchmal und sich schnell ablenken lassen. (...) Ein halbes Jahr älter sein, ist ja in dem Lebensabschnitt ganz entscheidend auch, so dass die erste Gruppe auf jeden Fall mehr mitgenommen hat. Die waren auch selbstverantwortlicher“.

Insgesamt gesehen ist bei dem Projekt „die Motivation sehr hoch“ gewesen. Das möchte ich auch wirklich gern nochmal zurückmelden. Die Schüler*innen sind ganz gern, also beide Gruppen, (...) hier in die Uni gekommen. Sie fanden das auch toll mit den Student*innen zusammen zu arbeiten. (...) Die fanden das eben toll, dass sie mit 5 bis 6 Leuten und einer betreuenden Person einen Versuch gemacht haben. Sonst sind die immer 30 und eine Lehrerin“.

Ich war „von der persönlichen Seite her, von der Betreuung und auch was Kommunikation mit mir angeht, sehr zufrieden“ mit der Projektleiterin. „Ich wusste immer was los war, wenn Änderungen kamen“ wurde ich „immer informiert. (...) Das fand ich äußerst angenehm an der Zusammenarbeit. Auch (...), dass wir zusammen ein wenig geplant haben, fand ich dann auch schön.“ Das Thema ‚Stadtklima‘ habe ich für den naturwissenschaftlichen Differenzierungskurs unserer Schule „in unserem Curriculum fest installiert und reingeschrieben“. Und „dann wären die Kollegen ja schlecht beraten dann dieses Angebot (das K.Ö.L.N.-Projekt), was da ist, nicht anzunehmen. Warum soll man sich das alles selber ausdenken?“

Zum Schluss noch ein paar Desiderate von mir. Da ich mit der Umsetzung des Projekts zufrieden bin, „wünsche ich mir oder wir wünschen uns eine engere Zusammenarbeit“. Da Referendare und Praktikanten „inzwischen eine anstrengende Arbeit geworden“ sind für die Schulen bzw. Lehrer*innen, und ich beobachte auch, dass einige Studierende nicht geeignet sind, glaube ich, dass Schulen und Universitäten sich mehr vernetzen sollten, um eine bessere Vorbereitung zu bieten (und den Übergang zu erleichtern). Das wäre eine vorzeitige Möglichkeit für die Studierenden sich mit Schüler*innen zu beschäftigen und sich auch mit Schule aus der Perspektive einer*s Lehrenden auseinander zu setzen. „Da würde ich mir einfach eine nähere Zusammenarbeit wünschen. Bevor die

(Studierenden) auf so ein Praktikum losgelassen werden, sollten sie auch wirklich einmal zum Gespräch (...) kommen“, um die gegenseitigen Erwartungen auszuloten.

Storytelling aus Feedbackbögen der Studierenden

*Anmerkung vorab: Die Story entwickelt sich aus den qualitativen Angaben der Studierenden in ihren Feedbackbögen. Es wird versucht aus allen Meinungen und Aussagen einheitliche Aussagen zu formulieren, wo das nicht geht, wird die Perspektive geändert bzw. eine zweite oder dritte Person eingebaut, beispielsweise, „Mir gefiel diese Station sehr gut, einem meiner Kommilitonen allerdings nicht. Er bemängelte, dass sie wenig entdeckungsreich sei!“ Zusätzlich werden an einigen Stellen quantitative Daten aus den Feedbackbögen eingebracht. Alle Aussagen in Anführungsstrichen sind Originalzitate aus den Feedbackbögen der studentischen Betreuer*innen (zum Teil sind sie leicht modifiziert um besser in den Satzbau und in die Textstruktur zu passen). Da dies eine Story aus Sicht eines Studierenden ist, ist die Sprache an einigen Stellen (gewollt) umgangssprachlich.*

Naturwissenschaftliches Experimentieren mit Schüler*innen (– eine unterschätzte Aufgabe)

Als ich mich für dieses K.Ö.L.N.-Projekt anmeldete, fehlten mir ein paar Punkte um mein Bachelor-Studium abzuschließen. Mir erschien dies eine gute und schnelle Möglichkeit sie zu sammeln. Ich konnte einfach auf dem Campus der Humanwissenschaftlichen Fakultät in das zdi-Schülerlabor rüber spazieren und dort meine Stunden ableisten. Für die Teilnahme war die Vorbereitung unter der Anleitung von einer wissenschaftlichen Hilfskraft und der Projektleiterin unerlässlich. Ich war froh drum, denn obwohl meine Fächer, Geographie und Physik, die Methode ‚Experimentieren‘ und auch Fachwissen zum Thema ‚Klima‘ enthalten, hatte ich bislang wenig bis keine Erfahrung im Experimentieren mit Schüler*innen. Außerdem ist ‚Klima‘ ein sehr breites und komplexes Thema zu dem man immer etwas Neues lernen kann.

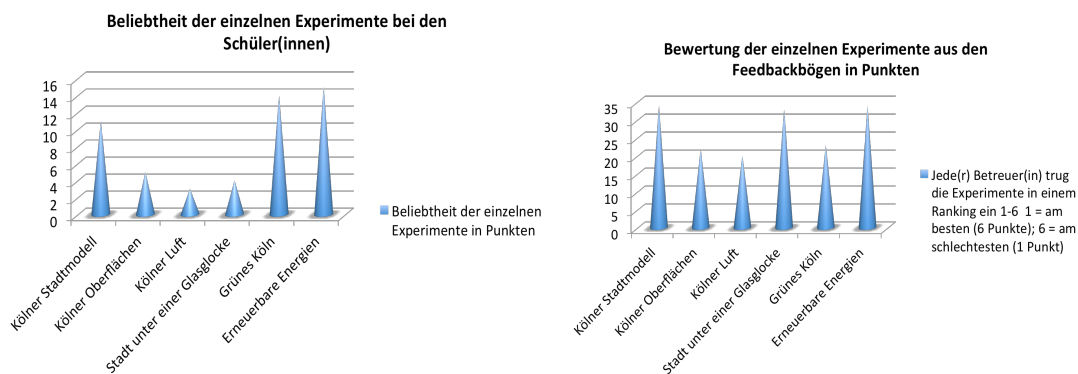
Das inhaltliche Thema war das ‚Stadtklima Kölns‘. Schnell wurde klar, dass es sich um sechs, von der Projektleiterin entwickelte, Stationen handelt mit Experimenten, Sensoren, Aufgaben und Informationen zum Stadtklima. Die Projektleiterin erklärte, dass ein Biochemie-Kurs bestehend aus Achtklässlern von einem nahegelegenen Gymnasium an mehreren Tagen in das Schülerlabor kommen wird und wir die Aufgabe hätten, die Schüler*innen an den Stationen zu betreuen und anzuleiten. Jede*r von uns sollte mindestens zwei Stationen so gut kennenlernen, dass er/sie die Aufgabe im Alleingang bewältigen könnte. Uns wurde der Ablauf jeder einzelnen Station vorgeführt, es wurde auf wichtige Aspekte hingewiesen, offene Fragen wurden beantwortet und wir sollten üben, indem wir uns die Stationen gegenseitig vorstellen und die Experimente durchführen. Danach wurden in Absprache mit uns die Stationen auf die Betreuer*innen verteilt. Wir sollten sie nun an ein bis zwei weiteren Vorbereitungsterminen tiefergehend kennenlernen, uns mehr Wissen zum Thema anschaffen und üben, sie in etwa 40 Minuten komplett durchzuführen. Wie die meisten meiner Kommiliton*innen „habe ich mich gut vorbereitet gefühlt“, vor allem auch „durch die meist ausführliche Besprechung der Experimente. (...) Auch Fragen konnten zu jeder Zeit gestellt werden“. Manche Experimente waren bei der Vorbereitung noch nicht ganz fertig bzw. sind „zu kurzfristig fertig geworden“. Das war „in der Vorbereitung schwierig“, da wir nur sehr wenig Zeit hatten sie

dann richtig kennenzulernen und einzuüben. Einige Betreuer*innen fühlten sich sicherer mit einer Betreuung zu zweit am Anfang, aber das ließ sich nur vereinzelt umsetzen. Dennoch war die Vorbereitung aufgrund der Komplexität und meiner nicht vorhandenen Erfahrung mit Schülerexperimenten für mich sehr sinnvoll.

Ich habe an den Besuchstagen mit dem Kurs die Stationen ‚Kölner Stadtmodell‘ und ‚Stadt unter einer Glasglocke‘ betreut. Mir hat dies Freude bereitet und ich habe viel gelernt, aber dazu später mehr. Bei der Durchführung der Stationen habe ich mich relativ gut und sicher gefühlt, außer dass manchmal Zeitdruck herrschte. Die anderen fühlten sich wohl auch recht sicher bei der Durchführung, da wir dies durchschnittlich mit der Schulnote 2 (gut) bewerteten. Im Anschluss an das ‚fächerübergreifende Modul‘ wurden die Stationen von den Schüler*innen und von uns Betreuer*innen bewertet. Dabei kam heraus, dass die Schüler*innen die Stationen schon etwas anders bewerten als die Betreuer*innen, wie diese Tabelle zeigt.

Ranking von 1 (bestes Experiment) bis 6 (schlechtestes Experiment)	Anordnung der Schüler*innen, N = 31	Anordnung der studentischen Betreuer*innen, N = 10
1	Erneuerbare Energie	Kölner Stadtmodell
2	Grünes Köln	Erneuerbare Energie
3	Kölner Stadtmodell	Stadt unter einer Glasglocke
4	Kölner Oberflächen	Grünes Köln
5	Stadt unter einer Glasglocke	Kölner Oberflächen
6	Kölner Luft	Kölner Luft

Eigene Tabelle etc. Sept. 2018 aus Ranking und Abstimmung der SuS eruiert.



Wie man sehen kann gibt es nur eine Übereinstimmung, ‚Kölner Luft‘ wird von uns und den Schüler*innen auf Rang sechs gewählt. Bei ‚Kölner Stadtmodell‘, ‚Grünes Köln‘ und der ‚Stadt unter einer Glasglocke‘ gab es zwischen uns und den Schüler*innen mit je zwei Rängen die größten Unterschiede. Während das ‚Kölner Stadtmodell‘ bei uns am beliebtesten war, erreicht es bei den Schüler*innen nur Rang drei. Dafür erreicht ‚Grünes Köln‘ bei ihnen Rang zwei und bei uns nur Rang vier. Die ‚Stadt unter einer Glasglocke‘ ist bei uns auf Rang drei und bei den Schüler*innen auf Rang fünf.

Die Station ‚Kölner Stadtmodell‘ fanden wir (Betreuer*innen) am besten, weil die Schüler*innen „hierbei am meisten selbstständig experimentieren durften“. Sie war „schön anschaulich“ mit „guten Aufgaben“ und „regte die Schüler*innen zum Denken an“. Nur ein Kommilitone hielt die Station zwar für relevant, allerdings fand er sie zu einfach und wenig experimentell, er glaubte der Erkenntnisgewinn könnte gering sein. Das Gleiche sagte er über zwei weitere Stationen, ‚Grünes Köln‘ und ‚Kölner Oberflächen‘. Von anderen Kommiliton*innen gab es zu

diesen beiden Stationen ebenfalls kritische Stimmen, wie, dass sie für die Schüler*innen „schleppend“ waren oder „weniger gut passen“, weil sie „nicht spannend“ sind und „für die Altersstufe nicht angemessen“ sind, da die „Ergebnisse vorher klar“ waren. Letzteres betrifft vor allem ‚Kölner Oberflächen‘. Dennoch hat ‚Grünes Köln‘ einigen von uns „inhaltlich gut“ gefallen, da die „Rechnung interessant“ (gemeint ist „Wieviel ist ein Baum wert?“) ist, weil sie die „Problematik durch Zahlen aufzeigt“. Außerdem ist es gut, dass sie „die Fotosynthese auch in der Praxis kennenlernen“. Viele von uns finden, dass die Station ‚Kölner Luft‘ zu wenig Entdeckungscharakter bzw. Beteiligungsmöglichkeiten für die Schüler*innen hat. Weiterhin sagen einige, dass sie „nur eine Messaufgabe“ ist, bei der mit den Sensoren leider „viele Fehlmessungen“ zustande kamen. Andere sagen aber auch, dass die Station einen „hohen Lerneffekt“ hat, „gut umgesetzt“ ist und „sehr relevant für das ‚Stadtklima‘“ ist. Letztere Aussagen gelten auch für die Station ‚Stadt unter einer Glasglocke‘, welche, wie einige finden, das „Thema anschaulich darstellt“, „gute Lernziele aufzeigt“ und einen „hohen Arbeitsanteil für die Schüler“ hatte. Zugleich ist die Station aber auch „herausfordernd“ für die Schüler*innen, „komplex“, vielleicht „zu komplex“ und „zeitaufwendig“. Obwohl die Station ‚Erneuerbare Energie‘ beim Ranking relativ beliebt ist, gibt es von einigen Betreuer*innen Kritik. Einer denkt die Station sei „zu schwer“ für die Schüler*innen und ein anderer findet, dass die Station „eher etwas für Jungen“ ist, und dass man vielleicht „eher Windkraft oder Solarzellen hätte thematisieren sollen“. Ein Weiterer findet die „Aufgabenstellung müsse optimiert“ werden. Anderen Kommiliton*innen hat die Station „inhaltlich sehr gut gefallen“. Sie sagten auch, dass die Station einen „hohen Selbstständigkeitsgrad“ und „einen einfachen, aber entdeckungsreichen Versuchsaufbau hat“. Einer sagte sogar, dass ‚Erneuerbare Energie‘ für ihn „das meiste Potenzial“ hat. Bezüglich ihrer Beliebtheit „lagen die Experimente nahe beieinander“. Eine Kommilitonin äußerte sogar, „Ich finde insgesamt alle Experimente gut und würde sie später im Unterricht anwenden“. Das Konzept haben wir im Durchschnitt mit 1,7 benotet.

Das ‚fächerübergreifende Modul‘ verwendet hauptsächlich die Methode ‚Experimentieren‘ um den Schüler*innen das Thema ‚Stadtklima Kölns‘ näher zu bringen und das finde ich auch sinnvoll, da „Experimente komplexe Themen auf einfache, modellhafte Weise zeigen können“. Auch „klimatische Aspekte lassen sich vielfach erst in Experimenten veranschaulichen“, zum Beispiel die Wirkung von Kohlenstoffdioxid auf die Temperatur oder die Notwendigkeit von Pflanzen für das Leben auf der Erde. Einflussfaktoren wie unterschiedliche Oberflächen, Versiegelung und Schadstoffe konnten durch die Stationen „gut untersucht werden“. Hierbei konnten die verschiedenen Geräte wie die Thermofühler oder die LabQuest-Sensoren, die unter anderem Temperatur, Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt messen können, gut mit dem Stadtklima verknüpft werden. „Ich glaube, das Thema (Stadtklima) wird ansonsten schnell langweilig und trocken“, wenn man es nicht mit einer Methode wie ‚Experimentieren‘ umsetzt. Es ist für Schüler*innen in dem Alter wahrscheinlich „weniger spannend und bedeutsam für ihre Lebenswelt“, wenn sie „zwei Temperatur- oder CO₂-Kurven“ aus dem Buch miteinander vergleichen, als wenn sie die Messungen selbst vornehmen. Die Wahl der Methode ‚Experimentieren‘ um den Schüler*innen das Thema Stadtklima näher zu bringen, haben wir durchschnittlich mit der Note 1,6 bewertet.

„Das Kölner Stadtklima ist ein sehr komplexes Thema“, es ist sogar multidimensional und kompliziert für Schüler*innen, dennoch wird es „in Zukunft an Bedeutung gewinnen. (...) Durch die Auswahl der Experimente (im Projekt) konnten die Schüler es gut nachvollziehen und die Themen praktisch erarbeiten“. Somit konnten sie „neues Wissen generieren und altes Wissen (oder Fehlvorstellungen) hinterfragen“. Außerdem „scheinen die Experimente ihr Interesse bzw. ihre Motivation zu wecken“. Im Vergleich zum normalen Unterricht bieten sie „eine enorme Abwechslung und mehrere Kompetenzen zugleich“. Lerninhalte werden den Schüler*innen auf

spielerische Art und Weise nähergebracht, außerdem dürfen sie Lerninhalte selbstständig erarbeiten. „Ich denke, dass dadurch auch ein größerer Lernerfolg erzielt wird.“

„Bei der Zielgruppe muss aber nicht nur das Alter berücksichtigt werden, sondern auch Schulform und Leistungsniveau!“ Experimente haben den „Vorteil, dass sie eine anschauliche Erarbeitung komplexer Sachverhalte und Vorgänge“ bieten. „Sie fördern die selbstentdeckende Erkenntnis in praktischer Auseinandersetzung anhand theoretischer Frage- bzw. Problemstellungen.“ Die Schüler*innen „werden selber aktiv“ und können teilweise selbstständig agieren. So können sie gerade in den Naturwissenschaften und bei fächerübergreifenden Themen gut und sinnvoll zur Vermittlung eingesetzt werden. Außerdem betreffen sie oft das „alltägliche Leben“ und können den „persönlichen Bezug der Schüler zum Thema (Stadtklima) steigern“, so dass sie möglicherweise „zum Handeln bewegt werden“. Die Reihe bzw. das ‚fächerübergreifende Modul‘ ist abwechslungsreich und beinhaltet „handlungsorientiertes Lernen, das nachweislich erfolgreicher ist, als rein theoretischer Unterricht“. Die Wahl der Methode ‚Experimentieren‘ für diese Zielgruppe haben wir im Durchschnitt mit 1,5 benotet.

„Ich hatte das Gefühl, dass dieses sehr komplexe Thema durch die Experimente gut herunter gebrochen wurde“, und dass die Schüler*innen „viel gelernt haben, da sie sehr aktiv und motiviert gearbeitet haben und nach den Experimenten die Ergebnisse verschriftlicht haben“. Aufgrund des „zeitlichen Umfangs“ und des „geringen Vorwissens“ der Schüler*innen zum Thema, scheint es einen „hohen, aber individuellen Wissenserwerb“ sowie ein gesteigertes „inhaltliches Verständnis“ zu geben. Allerdings hing es ebenfalls „von dem Betreuer ab, wie gut die Schüler mitgearbeitet haben und sich auf die Situation eingelassen haben“. Für die Schüler*innen gab es „immer wieder ‚Aha-Effekte‘, die man sicherlich im schulischen Kontext aufgreifen und ‚ausbauen‘ sollte. (...) Eine solche Experimentierreihe muss aber natürlich mit anderen Methoden kombiniert werden, um das Wissen ausreichend zu sichern“. Der zweite Projektteil und die Nachbereitung in der Schule könnten dies gewährleisten und werden das „Thema zusätzlich verfestigen“. Ich hoffe, dass die Schüler*innen „durch Überschneidungsaspekte“ der Stationen und dem Projektteil in der Schule einige Zusammenhänge verinnerlicht haben. „Ihre Wissenserweiterung ist jetzt (nach dem ‚fächerübergreifenden Modul‘ – in meinen Augen -) eine Mischung aus Faktenwissen zu einzelnen Stationen und allgemeinen stadtklimatischen Zusammenhängen.“ Meine Kommiliton*innen und ich sind alle der Meinung, dass die Schüler*innen durch das ‚fächerübergreifende Modul‘ an Wissen und Verständnis über das Thema ‚Stadtklima Kölns‘ dazu gewonnen haben.

Ein Großteil der anderen Betreuer*innen und ich (8 von 10) denken (der Chi²-Test hat ein Signifikanzniveau von $p = 0,058$), dass die Schüler*innen an den Stationen im Schülerlabor Spaß hatten, hierfür gibt es mehrere Gründe und Indizien. Die Schüler*innen konnten durch das (offene) Experimentieren „ihr Lernen ein Stückweit selber bestimmen“, „selbstständig arbeiten“ und somit „die Inhalte selber erfahren und eigene Ergebnisse herleiten“. Hierbei kann „das Ergebnis (aber auch) den Spaßfaktor beeinflussen“. Für die Schüler*innen war es „eine Abwechslung zum ‚normalen Unterricht‘“, außerdem „hatte ich den Eindruck, dass der Erlebnischarakter für die Schüler*innen schon (...) ein starker Motivationsfaktor war“.

„Selten habe ich freitags nachmittags so motivierte und engagierte Schüler erlebt. Das zeigt, wie viel Spaß sie hatten“. Dennoch „Ausnahmen gab es hier und da“. Es gab vereinzelt Schüler*innen, die „weniger motiviert“ waren und „offensichtlich wenig Spaß“ hatten. Das ist „sehr individuell“ und kann daran liegen, dass sie die „Inhalte weniger ansprechend“ fanden, generell keine Lust auf das Projekt (Inhalte, zeitlicher Aufwand etc.) hatten. Insgesamt haben die meisten Schüler*innen „offensichtlich mit Freude teilgenommen“. „Im Feedback haben sich die Schüler nahezu ausschließlich positiv geäußert.“

Als Betreuer habe ich mir – und die anderen Betreuer*innen auch – natürlich Gedanken über das gesamte Projekt und die Projektleiterin gemacht. Es gibt einige Kritikpunkte und Anmerkungen diesbezüglich von meinen Kommiliton*innen und mir.

Im Vorhinein des Projektes sollten die Stationen „für eine bessere Vorbereitung“ früher fertig gestellt sein, außerdem sollten der Erwartungshorizont und die Ergebnisse der Experimente einheitlich an die Betreuer*innen ausgegeben werden. So könnten wir uns „intensiver mit den Experimenten vertraut“ machen und es könnten „damit Unsicherheiten bei der Durchführung vermieden werden“.

„Einzelne Experimente sollten optimiert werden, so dass genaue Ergebnisse erzielt werden“ und sie besser funktionieren. „Mehr Zeit“ für manche Experimente oder Stationen könnte auch hilfreich sein, denn gelegentlich herrschte „starker Zeitdruck“.

Hinderlich wirkten sich ebenfalls einige externe Einflüsse wie die Tageszeit (meistens nachmittags) aus, was aber am Stundenplan der Schüler*innen lag, und fehlerhafte Kommunikation und Absprachen, was die Nutzung des Labors betraf. Es gab Laborarbeiten und Baustellen, die nicht an allen Stellen abgesprochen wurden, die teilweise damit einhergingen, dass es keinen Strom und/oder Wasser gab und es laut war. Hier wäre „ein Plan B“, eventuell in Form eines „Ausweichraumes“ von Nutzen gewesen.

Letztendlich ist der Gesamteindruck des K.Ö.L.N.-Projektes jedoch positiv. Dies lag auch unter anderem an dem „Verhalten und Interesse der Lerngruppen. Ich würde fast sagen, dass die Arbeit mit der Gymnasialklasse aus vermittelnder Sicht eine sehr dankbare und nicht selbstverständliche Situation darstellt“. Die Zusammenarbeit mit der Projektleiterin war „sehr gut“.

„Bei dem enormen Umfang des Projektes, ist in allen Bereichen sehr gute Arbeit geleistet worden.“. In den „anschließenden Reflexionsrunden mit allen Betreuer*innen“ bestand die „Möglichkeit des Austausches“ der doch „unterschiedlichen Eindrücke“.

„Wenn man Fragen hatte“ konnte man sie stellen oder „immer eine Mail schreiben“. Ich hatte „immer das Gefühl gut betreut zu werden“.

Aus dem K.Ö.L.N.-Projekt nehme ich viele (unterschiedliche) Erkenntnisse und Erfahrungen mit. Da ich „noch nie Experimente durchgeführt oder mich mit der Didaktik dazu beschäftigt“ habe, habe ich methodisch viel dazu gelernt. Außerdem „habe ich erfahren, wie Experimente auch zeitlich organisiert sind“, was für die Praxisorientierung gut ist. „Inhaltlich wurde mein Wissen über Klima aufgefrischt“, verfestigt und „neue Erkenntnisse zum „Stadtklima“ wurden gewonnen (der Chi²-Test hat ein Signifikanzniveau von $p = 0,058$), sowie Kompetenzen im Umgang mit Schüler*innen verbessert. Ich habe „noch nie im Schülerlabor gearbeitet oder (...) bestimmte Geräte (z.B. LabQuest) angewendet“, somit habe ich meine Kompetenzen im Umgang mit dem Material erweitert. Im Schülerlabor „lernt man auch zu improvisieren“, und dass „Experimente nicht total kompliziert oder aufwendig sein müssen“. Wie ein Kommilitone sagte, „Auch mit einfachen ‚selbstgebauten‘ kann Unterricht gestaltet werden!!!“. Außerdem wurde mir im Schülerlabor klar, dass „fächerübergreifende Themenbearbeitung hier sinnvoller ist, als fachbezogen zu arbeiten. Die Schülerlebenswelt und Unterrichtsthemen können teils wunderbar verknüpft werden“.

Ich finde es interessant „wie hoch die Aktivierung der Schüler bei Experimenten ist und wie gerne sie diese durchführen“. Allerdings gab es auch einige antrieblose Schüler*innen, was mir den „Aufwand“ hinter dem Projekt und der Schüleraktivierung klarmachte. Ferner ließ es mich erkennen, „dass die Heterogenität im Wissen und im Handlungsvermögen der Schüler eine wichtige Planungsgrundlage für die Durchführung von Experimenten sein muss“. Insgesamt haben meine Kommiliton*innen und ich am meisten inhaltlich und

methodisch dazu gelernt, vor allem im Hinblick auf das „naturwissenschaftliche Unterrichten“, so dass wir den Spaß an der eigenen Mitarbeit mit der Note 1,7 bewertet haben. Für mich war es eine weitere „Bestätigung, dass der Lehrerberuf das Richtige für mich ist“.

Meine Kommiliton*innen und ich haben fast alle (9 von 10) vor, die Materialien und/oder die Inhalte des Projektes in Zukunft zu verwenden (der Chi²-Test zeigt ein Signifikanzniveau von $p = 0,011$). Einige von uns würden gerne die Experimentierreihe später im eigenen Unterricht verwenden, zum Beispiel „Grünes Köln“, „Kölner Oberflächen“ und „Stadt unter einer Glasglocke“, aber abgewandelt oder nur in Teilen“. Vor allem, weil „die Arbeitsblätter der Experimente gut strukturiert sind und es klare Aufgabenstellungen“ gibt. „Ich denke diese Arbeitsblätter kann man in der Schule gut verwenden, wenn man dort durch Zeitmangel vielleicht nur (...) ein Experiment“ exemplarisch durchführen kann. Ansonsten kann man auch nur „bestimmte Aspekte der Experimente in den Unterricht integrieren“.

„Experimente scheinen Interesse bzw. Motivation zu wecken“. Sie „sind eine enorme Abwechslung und fördern mehrere Kompetenzen zugleich“. Sie helfen die „Lebenswelt der Schüler*innen teils mit Unterrichtsthemen“ zu verknüpfen, auch da wo „Themen sonst schnell langweilig“ werden könnten. „Die fächerübergreifende Bearbeitung ist bei bestimmten Themen sinnvoller, als sie nur aus der Perspektive eines Faches zu bearbeiten. Experimente sind eine „sinnvolle Bereicherung“ für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Beim Einsatz der Inhalte und Experimente sollte stets die Schülerschaft, Schulausstattung und die vorhandenen Materialien bedacht werden.

Wir alle (meine Kommiliton*innen und ich) würden die Teilnahme am Projekt anderen Studierenden (weiter-)empfehlen. „In dem Projekt bekommt man so viel Praxiserfahrung, wie sonst kaum an der Uni. Neben den inhaltlichen und methodischen Aspekten, kann man vor allem auch Aspekte im Umgang mit Schüler“ und in der „Kommunikation mit den Schüler“ mitnehmen. Man lernt in den Bereichen Didaktik und Methodik etwas dazu“. Das Projekt bietet also die „Möglichkeit zur praktischen Arbeit in einem meist theoretischen Studium mit nur wenig Schülerkontakt“. Zudem vermittelt es „neue Erkenntnisse auf unterschiedlichen Ebenen (insbesondere auf methodischer und inhaltlicher Ebene)“, hat einen sehr hohen „Praxisbezug“ und bietet Gelegenheit zur Selbstreflexion. Insgesamt fand ich die Stadtklima-Reihe „interessant und ansprechend“. Außerdem fand ich es „gut, dass man zu allem Material erhalten hat (z.B. Anleitung für Betreuer*innen, Ablaufplan, Arbeitsblätter, Artikel zum Stadtklima etc.)“.

Anhang I – Sonstiges

Auszug des Feedbackbogens für die studentischen Betreuer*innen

Feedbackbogen für die Betreuer(innen) der Experimente im Schülerlabor

Datum:

Betreuungszeitraum:

1. a) Welche Experimente hast du selber durchgeführt? Bitte ankreuzen.

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Kölner Stadtmodell | <input type="radio"/> Stadt unter einer Glasglocke |
| <input type="radio"/> Kölner Oberflächen | <input type="radio"/> Grünes Köln |
| <input type="radio"/> Kölner Luft | <input type="radio"/> Erneuerbare Energien |

1. b) Bei welchen Experimenten hast du zugeschaut bzw. assistiert? Bitte ankreuzen.

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Kölner Stadtmodell | <input type="radio"/> Stadt unter einer Glasglocke |
| <input type="radio"/> Kölner Oberflächen | <input type="radio"/> Grünes Köln |
| <input type="radio"/> Kölner Luft | <input type="radio"/> Erneuerbare Energien |

2. Wie sicher hast du dich bei der Durchführung der Experimente gefühlt? Bitte schreibe das Experiment auf und deine Einschätzung (1 = sehr sicher; 6 = überhaupt nicht sicher)

1. Experiment:
2. Experiment:
3. Experiment:
4. Experiment:

3. Wie oft hast du an welchen Vorbereitungsterminen (normaler Schülerlabortermine und interne Gruppentermine) teilgenommen? _____

4. Haben dir die Vorbereitungsstermine geholfen? (1 = Ja, ich fühlte mich sehr gut vorbereitet; 6 = Nein, ich fühlte mich gar nicht gut vorbereitet. Ich hätte mir eine andere Vorbereitung gewünscht). Begründe deine Antwort.

Abbildung der Toy Association: Charakteristika von STEM/STEAM

14 Unifying Characteristics of STEM/STEAM Toys



This infographic is from the STEM/STEAM FORMULA FOR SUCCESS report. To read the full report, visit www.toyassociation.org/STEAM

Abbildung: “14 Unifying Characteristics of STEM/STEAM Toys” von der Toy Association. Quelle: https://www.toyassociation.org/App_Themes/toyassociation_resp/downloads/research/whitepapers/stemsteam-formulaforsuccess-2019.pdf, S.15, letzter Zugriff: 14.01.2020.

11 Danksagung

Danke an Prof. Dr. Frank Schäbitz für die Erweckung meiner Leidenschaft für physische Geographie im Studium und die Möglichkeit mit einem Stipendium promovieren zu dürfen. Danke an Prof. Dr. André Bresges für die Übernahme in das kleine, liebenswerte Institut für Physikdidaktik, in dem ich die Möglichkeiten habe in einem kreativen und innovativen Umfeld meiner Leidenschaft für fächerübergreifende sowie naturwissenschaftliche Themen nachzugehen. Größten Dank an beide für den Vertrauensvorschuss, der nicht selbstverständlich ist. Danke für das Vertrauen in meiner Person und die Geduld.

Vielen Dank an Profⁱⁿ Dr. Christiane Reiners für die Übernahme des Vorsitzes und Danke an und Dr. Dorothea Wiktorin für die Übernahme des Beisitzes bei meiner Verteidigung dieser Arbeit.

Weiterer Dank gilt den (ehemaligen) Kolleg*innen des Instituts für Physikdidaktik, vor allem meinem Leidensgenossen Stefan Hoffmann, Kathleen Falconer for valuable input and helping whenever and with whatever she could, Jeremias Weber und Alexander Küpper für gute Unterhaltung im Büro, Hannah Weck, Prof. Dr. Dan MacIsaac, Patrik Gabriel, Christoph Wollny, Florian Genz, Bianca Bohn, Prof. Dr. Andreas Schadschneider, Prof. Dr. Andreas Heithausen und allen anderen.

Danke an die (ehemaligen) Kolleg*innen des Seminars für Geographiedidaktik, vor allem Dr. Veit Maier, Dr. Verena Förster, Frederik von Reumont, Profⁱⁿ Dr. Miriam Kuckuck, Ronja Ege, Till te Heesen und alle, die ich vergessen habe.

Danke an die Kölner Graduiertenschule Fachdidaktik und die Kolleg*innen dort, besonders Dr. Sonja Frenzel, Dr. Gabrielle Schwager-Büschges und Dr. Adejoke Adesokan, für die gute Unterstützung in den ersten Jahren der Promotion.

Des Weiteren möchte ich mich bei folgenden Personen herzlichst bedanken: Markus van de Sand (Dir besonders), Thilo Martius, Stefan Brackertz, Jana Bobe, Jonas Franzky, Maik Richter, Julia Reisch, Annkathrin Schwarzenthal, Sebastian Seidel, Josef Albert, Jan Burchard, Oliver Morawietz, Florian Behn, Nico Schipper und Manuel Becker. Ohne euch wäre die Umsetzung des Projekts im Schülerlabor nicht möglich gewesen! Vielen Dank an Didana Lay für die Transkriptionen von Interviews, an Ursula Lesemeister für weitere Transkriptionen von Interviews und Photographien und an Monika Weck für das Korrekturlesen der Arbeit.

Danke an die (ehemaligen) Hilfskräfte Benjamin Niehs, Svenja Wilden, Tobias Soencksen, Moritz Bronkalla, Nils Fuchs und Felix Optendrenk. Ihr habt mir bei vielen Sachen den Rücken freigehalten!

Danke an den KlimaKreis Köln, insbesondere Klima Bausteine, für die Förderung des K.Ö.L.N.-Projekts.

Besonderer Dank gilt Frau Ursula Kasper und der Liebfrauenschule sowie allen Schüler*innen, die im Projekt mitgemacht haben.

Last but not least möchte ich mich aus vollstem Herzen bei meiner Familie und bei meinen Freunden bedanken. Insbesondere bei meinen Eltern Fredrica Schult und Emil Schult, bei meinen Schwestern Ava Schult und Liana Schult sowie bei Natalie Schult, Rosemarie Medau und allen anderen Verwandten. Danke an meinen Lebenspartner André Weber für viel Liebe und Geduld in den letzten Jahren!

Ganz besonders möchte ich mich bei Anikke Disselbeck, meinem Trüffelschwein, bedanken, für die Zeit und Mühen beim Korrekturlesen (Ich sag nur : „Liebe!“). Großen Dank an Stéphane Thiele, das Zünglein an der Waage („Seit Jahren heulst du uns die Ohren voll, dass du promovieren willst...jetzt tu es einfach!“), an Henning Großmann für immer guten Rat und Spaß, ebenfalls an Walter Dias Dos Santos, René Kabacinski und Clemens Brecht. Insbesondere bedanke ich mich bei Sara Manfredini, Eva Kuhn und Rebekka Zimmermann für stetige Unterstützung, Motivation und gute Freundschaft. Danke an alle meine Freundinnen und Freunde, die ich hier nicht mehr erwähnt habe, aber trotzdem für mich da waren!

12 Erklärung

„Ich versichere, dass ich die mir vorgelegte Dissertation selbstständig angefertigt, die benutzten Quelle und Hilfsmittel vollständig angegeben und die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, in jedem Einzelfall als Entlehnung kenntlich gemacht habe; dass diese Dissertation noch keiner anderen Fakultät oder Universität zur Prüfung vorgelegen hat; dass sie abgesehen von unten angegebenen Teilpublikationen – noch nicht veröffentlicht worden ist sowie, dass ich eine solche Veröffentlichung vor Abschluss der Promotionsverfahren nicht vornehmen werde. Die Bestimmungen der Promotionsordnung sind mir bekannt. Die von mir vorgelegte Dissertation ist von Prof. Dr. Frank Schäbitz und Prof. Dr. André Bresges betreut worden.“

20.07.2020 C. Schult

(Datum, Unterschrift)

13 Teilpublikationen:

1. Schult, C. & Bresges, A. (2018). Stadtklima im Sachunterricht? Überlegungen zur (praktischen) Umsetzung anhand eines bereits bestehenden Projektes zum Stadtklima. In H. Köster (Hrsg.), *Stadtbilder. Perspektiven auf urbanes Leben*. (Band 9, S. 135 – 146). Baltmannsweiler.
2. Schult, C. (2016). Stadtklima im Schülerlabor. In K.-H. Otto (Hrsg.), *Geographie und naturwissenschaftliche Bildung – Der Beitrag des Faches für Schule, Lernlabor und Hochschule. Dokumentation des 21. HGD-Symposiums im März 2015 in Bochum* (S. 222-234). Münster.
3. Schult, C. & Bresges, A. (2014). Physik als Teil des interdisziplinären K.Ö.L.N.-Projektes. In *PhyDid B - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung.2014*. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/author/submission/549>
4. Schult, C., Bresges, A., & Schäbitz, F. (2013). Interdisciplinary student studies on the urban climate of the city Cologne. Concepts for the implementation of a complex topic. In *eBook of the ESERA Conference 2013*. http://www.esera.org/media/eBook_2013/strand%209/Cristal_Schult_16Dec2013.pdf
5. Schult, C., Bresges, A. & Schäbitz, F. (2013). Fächerübergreifende Schüleruntersuchungen zum Stadtklima Kölns. K.Ö.L.N.-Projekt: Kreatives. Ökologisches. Lernen für Nachhaltigkeit. In *PhyDid B - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung. 2013*. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/author/submission/482>