

**Kausalität und Sprache im Geographieunterricht –
Einflussfaktoren und Förderstrategien für das Entwickeln geographischer
Kausalstrukturen im Rahmen des systemischen Denkens**



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

vorgelegt von

Johannes Heuzeroth

aus Gera

Köln 2021

Berichtersteller*in/ Gutachter*in:

Frau Prof. Dr. Alexandra Budke

Herr Prof. Dr. Frank Schäbitz

Vorsitzender der Prüfungskommission:

Herr Prof. Dr. Michael Meyer

Tag der mündlichen Prüfung:

6. Dezember 2021

Kumulative Dissertation - Vorlage und Gliederung gemäß § 7 der Promotionsordnung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln vom 12. März 2020.

Vorwort und Danksagung

„Wir müssen uns Sisyphos als einen glücklichen Menschen vorstellen“

(Albert Camus)

Nach Camus ist Sisyphos in dem Moment, indem er den Stein wieder den Berg hinab rollen sieht und er sich der Aufgabe bewusst wird, diesen erneut auf den Gipfel hinauf rollen zu müssen, ein freier und eben auch glücklicher Mensch, denn: „Er“ entscheidet den qualvollen, steinrollenden Weg zum Gipfel erneut anzugehen. Er tut es immer und immer wieder. Ähnlich dem Rollen des Steins im „Mythos des Sisyphos“ von Albert Camus, verläuft und fühlt sich die Realisierung eines Promotionsvorhabens an. Scheint etwas geschafft, also der Stein ist oben, dann fällt eine neue Aufgabe an und man sieht den Stein, den Berg hinabrollen. Um den wissenschaftlichen Stein immer wieder in die Hand zu nehmen, zu rollen, zu schieben und zu zerrn, braucht es eben auch Menschen, die einen unterstützen, Kraft und Zuversicht geben, diesen sind diese Zeilen gewidmet:

Allen voran möchte ich mich bei meiner „Doktormutter“ Prof. Dr. Alexandra Budke für Ihre jahrelange, konstruktive Begleitung, Ihre Lebenszeit und Ihre positive Unterstützung sowie das Vertrauen und die Möglichkeit diese Arbeit zu verfassen, bedanken. Ebenso gilt mein Dank Herr. Prof. Dr. Frank Schäbitz, für die Übernahme des Zweitgutachtens, Herrn Prof. Dr. Michael Meyer zur Übernahme des Prüfungsvorsitzes sowie Dr. Veit Maier, der als Beisitzer die Prüfungskommission bereicherte.

Bei den Mitdoktorand*innen am Lehrstuhl, insbesondere Maxim Krohmer und Joelle Lux, möchte ich mich für Ihre Zeit, die konstruktive Energie und energetische Unterstützung beim Verfassen dieser Arbeit bedanken.

Meinem Bruder Fabian, danke ich für die aufbauenden Worte, die guten Gespräche und Hinweise sowie die Ermunterung den Stein weiter zu rollen. Auch gilt mein Dank seiner Frau Antje, seinen Kindern Ida, Kalle und Mieke für die Unterstützung in den letzten Jahren.

Meinen Eltern, insbesondere meinem Vater, der mich jahrelang mit väterlicher Liebe, piesackte, drängelte und nachfragte, wie es um mein Promotionsvorhaben steht. Und nun doch wieder etwas Holzkunst in die Welt schnitzen muss.

Meinem Statistikguru Björn Walther, ohne den ich es weder geschafft hätte die Irrungen und Wirrungen statistischer Korrelationen, noch die Bedienung von SPSS einigermaßen kompetent auszuführen.

Meinem Freund Marcel Pochanke, der mit viel Geduld und Können, mich unterstützte, die geschriebenen wissenschaftlichen Erzeugnisse ins Englische zu transferieren und dabei immer eine

gute Idee, eine kritische Nachfrage oder eine treffendere Formulierung zur Verbesserung der Texte parat hatte.

Meinem „Doktorbruder“ Janek Scholz, der in entweder ermunternde Energie oder supervisorisches Einfühlungsvermögen an den Tag legte und mich jederzeit bestärkte auch „Wissenschaftler“ sein zu können.

Meinen wunderbaren Freunden Wolf und Christian, die mit freundschaftlichem Verständnis, wehtuender Aufrichtigkeit, feingeistigem Humor, orthografischer Hilfe und immerwährenden Zuspruch, die letzten Jahre eine bereichernde Begleitung waren und in Zukunft sein werden.

Ich hoffe, ich habe niemanden vergessen. Sollte dem so sein, möchte ich mich aufrichtig zerknirscht dafür entschuldigen, denn *da rollt der Stein wieder...*

Johannes Heuzeroth

Münster, Oktober 2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	IX
Tabellenverzeichnis.....	XI
1 Einleitung	12
1.1 Kausalität- Die Struktur, die die Welt unsichtbar zusammenhält	12
1.2 Über Ursache, Wirkung und deren Relation in der geographiedidaktischen Forschung sowie über die Relevanz von Sprache, Mehrsprachigkeit und Metakognition im Geographieunterricht ..	13
1.3 Entwicklung des Forschungsvorhabens und Forschungsfragen.....	18
1.4 Forschungsverlauf und Aufbau der Arbeit	23
2 Terminologische Grundlagen und Forschungsstand.....	26
2.1 Der Zusammenhang zwischen Sprache und dem Denken in Mensch-Umwelt-Systemen im Geographieunterricht- Theorien und Ansätze zum Einfluss von Sprache auf Kognition	26
2.2 Zur Bedeutung von Sprache für das fachliche Lernen – Grundlagen des sprachbewussten bzw. sprachsensiblen Geographieunterrichts	27
2.3 Kausalität, fachliche Relationen und Denken in Systemen im Geographieunterricht – Die Bedeutung von Kausalität in Lebenswelt und Schule	29
2.3.1 Die Relevanz des Verständnisses von Kausalität bzw. Kausalzusammenhängen.....	29
2.3.2 Kausalität und Korrelation – Theoretische Grundlagen des geographischen Konzeptes von Kausalität.....	30
2.3.3 Kausalität im Fach Geographie im Rahmen der Betrachtung von Mensch-Umwelt-Systemen	31
2.4 von Kausalstrukturen im Geographieunterricht	32
2.5 Geographische Kausalstrukturen	34
2.5.1 Inhaltliche Merkmale von Kausalität im Geographieunterricht.....	34
2.5.2 Grundlagen des Konzepts von Kausalität aus linguistischer Sicht.....	36
2.5.3 Die linguistische Konstruktion des Konzepts der Kausalität in der Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen.....	37
2.5.4 Definition von geographischen Kausalstrukturen als Ergebnis der Versprachlichung geographischer Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge	38
2.6 Bedeutung von Scaffolding für das fachsprachliche Lernen und Sprachbewusstheit im Geographieunterricht.....	41

2.7	Die Bedeutung von Mehrsprachigkeit für das fachsprachliche Lernen – Eine Ressource für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen?	43
2.7.1	Mehrsprachigkeit und deren Formen der Ausprägung	43
2.7.2	Mehrsprachige Ressourcen und Strategien für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen	44
2.8	Metakognition	47
2.8.1	Metakognition und komplexes Problemlösen – Problemlösungsbewusstheit als strategische Ressource für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen.....	47
2.8.2	Sprachbewusstheit und Metakognition – Einflussfaktoren auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen.....	49
3	Überblick über Ziele und Forschungsdesigns der einzelnen Teilstudien	52
3.1	Über die Teilstudien und deren Forschungsdesigns und die Analysematrix geographischer Kausalstrukturen	52
3.2	Teilstudie 1 Untersuchung zur Wirkung sprachlicher Scaffolds auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen	55
3.3	Teilstudie 2: Untersuchung zur Wirkung von Mehrsprachigkeit auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen	57
3.4	Teilstudie 3: Untersuchung zur Wirkung von metakognitiven Strategien auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen	60
4	Formulierung von fachlichen Beziehungen - Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Formulierung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht.....	63
4.1	Einleitung.....	64
4.2	Theoretische Grundlagen.....	65
4.2.1	Zur Bedeutung systemischen Denkens im Fach Geographie	66
4.2.2	Zentrale theoretische Aspekte: Vernetzung, komplexe Probleme und problemlösendes Denken.....	67
4.2.3	Inhaltliche und sprachliche Merkmale geographischer Kausalstrukturen	68
4.2.4	Einsatz von Scaffolds zur Förderung der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen.....	69
4.3	Methode und Stichprobe	71
4.3.1	Einordnung des Themas	71
4.3.2	Erhebungs- und Forschungsdesign.....	71
4.3.3	Analyse geographischer Kausalstrukturen	75

4.4	Ergebnisse	78
4.4.1	Typische Probleme bei der Versprachlichung von geographischen Kausalstrukturen ...	79
4.4.2	Einflussgrößen auf die Formulierung von geographischen Beziehungen	79
4.5	Diskussion.....	81
4.5.1	Typische Probleme von Schüler*innen bei der Formulierung von geographischen Kausalstrukturen	81
4.5.2	Einflussgrößen auf die Formulierung von geographischen Kausalstrukturen.....	82
4.5.3	Einfluss der Intervention auf die Formulierung von geographischen Beziehungen	83
4.6	Ausblick und Implikationen für den Unterricht.....	84
4.7	Literatur.....	85
5	The Effects of Multilinguality on the Development of Causal Speech Acts in the Geography Classroom	90
5.1	Introduction.....	90
5.2	Complex Language Brings about Complex Thinking?.....	91
5.2.1	Significance of Language and Language Awareness for the Subject of Geography	92
5.2.2	Metacognition and Language Awareness.....	93
5.2.3	Complex Systems and Their Causality	94
5.2.4	Complex Systems and Causality as Learning Objectives in the Geography Classroom...	94
5.2.5	Linguistic Features of Causal Links in the Geography Classroom.....	95
5.3	Multilinguality—A Resource for Developing Causal Links?.....	96
5.4	Multilinguality—Characterization of An Everyday Phenomenon	96
5.5	Multilinguality—A Resource for the Development of Causal Links in the Geography Classroom?	98
5.6	Research Design	101
5.6.1	Target Group, Developmental Situation and Socio-Cultural Background.....	102
5.6.2	Background of Material Development	103
5.6.3	Category Formation and Analysis Methods	104
5.6.4	Results.....	106
5.7	Discussion.....	113
5.8	Conclusions.....	114

5.9	References.....	118
6	Metacognitive Strategies for Developing Complex Geographical Causal Structures—An Interventional Study in the Geography Classroom	128
6.1	Introduction.....	128
6.2	Complex Systems in Geography Lessons and Their Multicausal Structure.....	131
6.2.1	Complex Systems and Causality as Learning Objectives within the Subject Geography	131
6.2.2	Characteristics of Multicausal Links in the Geography Lesson as Part of the Geographical Causal Structure	131
6.2.3	Barriers and Obstacles on the Path to Complex Thinking	133
6.3	Problem Solving and Metacognitive Knowledge and Strategies—Core Aspects of Establishing Multicausal Links	135
6.3.1	Features of Complex Problems in Geography Lessons.....	135
6.3.2	Metacognition—Knowing about Knowledge and One’s Own Strategies.....	136
6.3.3	Difficulties in Problem Solving and the Creation of Multicausal Links—the Possible Value of Metacognitive Strategies	137
6.4	Methods/Survey Design	140
6.4.1	Expression of Thinking in Complex Human–Environment Relationships—Geographical and Linguistic Features of Multicausal Geographical Causal Structures.....	141
6.4.2	Methods of Promoting Metacognitive Strategies	143
6.5	Results	146
6.5.1	Descriptive Account of the Data from Pre- and Posttests.....	146
6.5.2	Effect of Metacognitive Strategies in the Development of (Multi-) Causal Links	147
6.6	Discussion.....	151
6.7	Conclusions.....	153
6.8	References.....	155
7	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Teilstudien zu den einzelnen Forschungsfragen	164
7.1	Überblick über die Ergebnisse des Forschungsprojektes.....	164
7.2	Zusammenfassende Ergebnisse der Teilstudie 1 - Wirkungen sprachlicher Scaffolds auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen.....	165

7.3	Zusammenfassende Ergebnisse der Teilstudie 2 - Ressourcen der Mehrsprachigkeit und ihr Einfluss auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen.....	168
7.4	Zusammenfassende Ergebnisse der Teilstudie 3 - Wirkung von Metakognition auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen.....	169
7.5	Integration der Ergebnisse der Studien in einen übergeordneten geographiedidaktischen Zusammenhang.....	171
7.5.1	Der Einfluss von Sprache auf die Entwicklung fachlicher Relationen in Form von geographischen Kausalstrukturen.....	171
7.5.2	Mehrsprachig zur geographischen Kausalstruktur – Einfluss der Mehrsprachigkeit auf die Entwicklung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen.....	175
7.5.3	Wirkung und Einsatzmöglichkeiten metakognitiver Methoden im Geographieunterricht.....	177
7.5.4	Kausales Wissen und Denken - Geographischen Kausalstrukturen aus der Perspektive der Lernpsychologie.....	180
7.6	Konsequenzen für die Unterrichtspraxis.....	183
7.6.1	Konsequenzen für die Unterrichtspraxis: Geographische Kausalstrukturen und komplexes Problemlösen.....	183
7.6.2	Konsequenzen für die Unterrichtspraxis – Unterstützungsstrukturen für das Entwickeln komplexer geographischer Kausalstrukturen	184
7.6.3	Konsequenzen für die Unterrichtspraxis: Mehrsprachigkeit.....	189
7.6.4	Konsequenzen für die Unterrichtspraxis - Metakognition.....	191
7.6.5	Neue Aufgabenstruktur im Geographieunterricht- Kreativität vs. Routinehandlungen	192
7.7	Konsequenzen für die Lehrer*innenausbildung	195
7.8	Konsequenzen für die Forschung.....	197
7.9	Fazit: Der Einfluss von Sprache auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen.....	198
8	Literatur für die Kapitel 1, 2,3 und 7	200
9	Zusammenfassung	223
10	Abstract.....	225
11	Anhang.....	227
12	Eigene Beteiligungen an den kumulierten Veröffentlichungen.....	250
13	Erklärung gemäß § 7 Absatz 8.....	252
14	Lebenslauf / Curriculum Vitae	253

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wechselwirkungsverhältnisse zwischen Inhalt und Sprache bei der Entwicklung von geographischen Kausalstrukturen.....	18
Abbildung 2: Einflussfaktoren Scaffolds und Mehrsprachigkeit auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen	19
Abbildung 3: Einflussfaktor Metakognition auf das Wechselverhältnis von Fachinhalt, Fachsprache, Problemlösen bei der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen	20
Abbildung 4: Übergeordneter Forschungsrahmen mit Darstellung des Forschungsprozesses und der Forschungsprodukte.....	23
Abbildung 5: Funktion von Sprache im Fachunterricht.....	28
Abbildung 6: Geographische (inhaltliche Merkmale) einer geographischen Kausalstruktur	35
Abbildung 7: Geographische und linguistische Merkmale multikausale Verknüpfungen	40
Abbildung 8: Die Teilstudien, deren Forschungsfragen und -design.....	52
Abbildung 9: Kriterien und Ablauf der Prüfung geographischer Kausalstrukturen	54
Abbildung 10 (Figure 1): Studiendesign	72
Abbildung 11 (Figur 2): Aufgabenstellung für beide Erhebungszeitpunkte	73
Abbildung 12 (Figur 3): Sprachlicher Scaffoldim Rahmen des Posttests.....	74
Abbildung 13 (Figure 4): Der Analysegegenstand: Sprachliche Elemente einer geographischen Kausalstruktur	75
Abbildung 14 (Figur 5): Analyseschritte zur Untersuchung einer geographischen Kausalstruktur	77
Abbildung 15 (Figur 6): Beispiele für die Analyse geographischer Kausalstrukturen im Rahmen der Datenauswertung.....	78
Abbildung 16 (Figur 7): Anzahl und Art geographischer Kausalstrukturen im Rahmen der Interventionsstudie	78
Abbildung 17 (Figur 8): Analyse einer fehlerhaften geographischen Kausalstruktur	79
Abbildung 18 (Figur 9): Ergebnisse des t-Tests zur Wirkung der Intervention auf einzelne Analysekatogorien geographischer Kausalstrukturen.....	80
Abbildung 19 (Figure 1): Characteristics of causal speech acts	95
Abbildung 20 (Figure 2): Possible effects of multilingualism on the development of causal language actions.	101
Abbildung 21 (Figure 3): Survey design.....	102
Abbildung 22 (Figure 4): Transcription of the audio recordings of a multilingual group and examples for the assignment of the categories	104

Abbildung 23 (Figure 5): Causal links from the argumentation sun of a multilingual group as example	105
Abbildung 24 (Figure 6): Travel guide entry about the tourism potential of a schoolgirl—post-test	106
Abbildung 25 (Figure 7): Share of languages in the communicative activities of multilingual groups during the teaching intervention	108
Abbildung 26 (Figure 8): Resources and strategies of multilingual pupils in cooperative, oral learning settings within the exploratory study.	112
Abbildung 27 (Figure 1): Survey design	140
Abbildung 28 (Figure 2): Geographical and linguistic features of multicausal links.	142
Abbildung 29 (Figure 3): Task structure with pre- and posttests.....	145
Abbildung 30 (Figure 4):Effect of the intervention on the accuracy of geographical causal structures.	148
Abbildung 31 (Figure 5): Effect of the intervention on the number of geographical causal structures.	149
Abbildung 32 (Figure 6): Number of multicausal links in t_0 and t_1 according to groups.....	151
Abbildung 33 (Figure 7): Content, linguistic and strategic impact of metacognition in geography classrooms.....	154
Abbildung 34: Überblick über die Forschungsfragen und Forschungsergebnisse der einzelnen Teilstudien	164
Abbildung 35: Ressourcen von Mehrsprachigkeit und Wirkung von Sprachbewusstheit	175
Abbildung 36: Einsatzmöglichkeiten und Potenziale von Scaffolds im kausalitätssensiblen Geographieunterricht.....	187
Abbildung 37: Mehrsprachigkeit im Geographieunterricht	190
Abbildung 38: Aufgabenstruktur für komplexe Problemstellungen	194

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 (Table 1): Oral language actions of the multilingual groups in the group work phase.	107
Tabelle 2 (Table 2): Written language actions in the group work phase	107
Tabelle 3 (Table 3): Individual written language actions in the post-test.....	109
Tabelle 4 (Table 4): Multilingualism in geography lessons for the promotion of causal language acts	117
Tabelle 5 (Table 1): Learning- and developmental-psychological, geographical, and linguistic barriers to developing multicausal geographical causal structures.	134
Tabelle 6 (Table 2): Selected characteristics and effects of metacognitive strategies on learning and problem solving.....	138
Tabelle 7 (Table 3): Number, topical matching, accuracy of the geographical causal structures as formulated by students in the intervention and control group before (t_0) and after (t_1) the application of metacognitive strategies.....	147
Tabelle 8 (Table 4): Effectiveness of interventions on the development of mono- or multicausal geographical causal structures.....	150

„Wo eine Ursache ist, da ist Zeit.

*Die Ursache ruft eine Wirkung hervor,
und diese Wirkung wird wiederum zur Ursache.“*

(Jiddu Krishnamurti)

1 Einleitung

1.1 Kausalität- Die Struktur, die die Welt unsichtbar zusammenhält

Wir leben, denken und handeln in (inter-) subjektiven Sinnzusammenhängen. In Sinnzusammenhängen, in denen wir in der Regel versuchen, Ursachen zu erkennen, um Wirkungen abschätzen oder steuern zu können. Ein Erkennen und Wissen um die Ursachen ermöglicht Handeln und vermindert das beklemmende Gefühl der Ohnmacht, der Handlungsunfähigkeit, schafft Strukturen und damit Orientierung. Dennoch bleiben der menschlichen Wahrnehmung die Struktur und Gesetzmäßigkeiten der (Um-)Welt weitgehend verborgen (Drewitz, 2020, III). Weder unsere Sinne noch unsere vielfältigen Erfahrungen ermöglichen es uns, die Gesetze unserer Erde und unserer Lebenswelt vollumfänglich aufzudecken. Jedoch hängt nicht zuletzt der Erfolg unseres Handelns und unserer Existenz davon ab, dass es uns, der Spezies Mensch, gelingt, der Welt eine bestimmte kausale Struktur zu geben und ihre Gesetze zu erkennen. Das Wissen um diese Gesetze wird kausales Wissen genannt. Es umfasst Kenntnisse über die Auslöser und die Folgen von Ereignissen. Wenn wir uns Fragen stellen wie etwa: Warum gibt es einerseits Waldbrände in Verbindung mit Trockenheit sowie Starkregenereignisse, die in Hochwasserkatastrophen münden?, Was sind oder waren die Ursachen für diese Phänomene?, Welche Wirkung hat die Klimaveränderung auf uns?, Welche Effekte löst die Erwärmung der Erde aus? Oder: Wie hätten wir Menschen den Wandel des Klimas verhindern können?, Ist es doch nur eine zyklisch wiederkehrende Warmzeit?, dann sind das alles Fragen nach kausalen Zusammenhängen, welche wir anhand und mithilfe unseres kausalen Wissens beantworten wollen. Kausales Denken und Wissen repräsentiert demzufolge Gesetzmäßigkeiten, sowohl der Natur als auch der jeweiligen Kultur des fragenden bzw. erklärenden Menschen. Diese Gesetzmäßigkeiten werden durch die Relation von Ursache und Wirkung erfasst (Buehner & Cheng, 2005, 143; Bunge, 2009, 4). Ursachen und Wirkungen werden dann, mal in konkreter Form, wie z.B. bei der Aussage, „die Dürreperioden der letzten drei Jahre“, und mal in abstrakter Form, wie bei dem Satz, „Trockenperioden schaden dem Wald“ versucht zu benennen.

Geographie ist ein Ort für Fragen nach den Ursachen, für das Suchen nach Relationen und Zusammenhängen, um Auswirkungen vorhersagen oder bewältigen zu können. Das Schulfach Geographie hat die Vermittlung und Anbahnung komplexer geographischer Denk- und raumbezogener

Handlungskompetenzen (DGfG, 2020, 8) zum Ziel, damit unter anderem die Anbahnung und Anwendung kausalen Wissens. Die vorliegende Dissertation versucht einen Beitrag zu leisten, um Schüler*innen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Geographieunterricht zu vermitteln, mit denen sie kausales Denken und Wissen erwerben, kausale Zusammenhänge versprachlichen, Problemlösungsprozesse bewältigen und damit kompetente, raumbezogene Weltveränderer werden (können).

1.2 Über Ursache, Wirkung und deren Relation in der geographiedidaktischen Forschung sowie über die Relevanz von Sprache, Mehrsprachigkeit und Metakognition im Geographieunterricht

Kausales Wissen eröffnet dem Menschen die Kenntnis über die Struktur der Welt bzw. strukturiert die Welt. Damit können Aussagen darüber getroffen werden, warum ein Ereignis eingetreten ist oder welche Effekte beim Eintreten eines anderen Ereignisses zu beobachten sein werden. Kausales Wissen zeigt dem Menschen ebenso an, welche Handlungen auszuführen sind, um bestimmte Ziele zu erreichen und damit Probleme zu lösen (Drewitz, 2020, IV-IX). Kausales Wissen sagt uns also, was zu tun ist, damit erwünschte Ereignisse ausgelöst oder unerwünschte Ereignisse verhindert werden können. Dabei hat das Konzept „Kausalität“, als Basis kausalen Wissens, interdisziplinär unterschiedliche Bedeutungen. In der Physik beispielsweise gilt es, Beziehungen und Verhältnisse physikalischer Größen, basierend auf einem stetigen Zeitbegriff, anhand mathematischer Gesetze zu beschreiben und miteinander in Beziehung zu setzen (Drewitz, 2020, 18). In der Philosophie und hier beispielsweise nach Kant (1989 [1781]), liegt die Suche nach Ursache und Wirkung in der Natur des Verstandes und zugleich im Erkenntnisvermögen des Menschen. Jedem wahrgenommenen Ereignis wird (a priori) eine Ursache zugeschrieben. Kausalität im Kant'schen Sinne kennzeichnet sich durch eine regelhafte, wiederkehrende Abfolge von Ursache und Wirkung. Dabei wird einer Ursache die kausale Kraft bzw. die Kapazität zugeschrieben, eine entsprechende Wirkung hervorbringen (nach Drewitz, 2020, 33-34). Diese kausale Kraft bzw. Kapazität einer Ursache ist dabei nicht beobachtbar, sondern es sind Festlegungen des menschlichen Verstandes. Es sind Sinnzusammenhänge, in Bezug auf das Konzept von Kausalität bzw. Verursachung.

Im Gegensatz zur Physik oder Philosophie wird in der Geographie, als „Brückenfach“ (Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG, 2020, 5) zwischen Natur- und den Sozialwissenschaften, Kausalität als Integration physikalischer und sozialwissenschaftlicher Ansätze verstanden. Folglich ergeben sich eine Reihe von Zugriffsweisen der Erschließung raumbezogener Prozesse, Strukturen und Ereignisse im Rahmen der Betrachtung von Mensch-Umwelt-Systemen. Kausalität im Schulfach Geographie ist eingebettet in das Systemkonzept, als Hauptbasiskonzept (DGfG, 2020, 10-11). Die zentralen Axiome in der Geographie für ein Konzept der Kausalität sind a) die systemische Betrachtung der

Wechselwirkung von Natur und Gesellschaft sowie deren Subsystemen und b) die Verortung von Kausalität in der Kategorie „Raum“ (DGfG, 2020, 10). Dennoch gibt es keine einheitliche terminologische Abgrenzung der theoretischen Begriffe und Ansätze in der deutschen Schulgeographie. Es gibt demzufolge ein Nebeneinander von Begriffen und dahinterstehenden Konzepten und darin verortete Kompetenzniveaus. Dabei wird *systemisches Denken* von Mehren und Rempfler (2018, 205) „als die Fähigkeit, einen komplexen Wirklichkeitsbereich sozialer und/oder natürlicher Prägung unterschiedlicher Maßstabsgröße in seiner Struktur und seinem Verhalten als System zu erkennen, zu beschreiben und zu modellieren sowie auf der Basis dieser Modellierung Prognosen und Maßnahmen zur Systemnutzung und -regulation zu treffen“ definiert. Köck (2001, 11–12) charakterisiert *Vernetzung* als Ausdruck von einem systemischen Verständnis von Kausalität, jedoch nur als ein Teilbereich des systemischen Denkens. Kausalität wird dabei als „Wirkungsgesamtheit“ (Köck, 2001, 9) von Ordnungsbeziehungen zwischen Elementen, Elementklassen oder Elementfeldern verstanden. Müller (2016, 40) versteht unter *Vernetzung* beispielsweise die Beziehungen und die Beeinflussung von Elementen sowie deren Auswirkungen auf die Struktur und Organisation eines Systems. Unklar bleibt bisher weitestgehend, wie die Verknüpfung einzelner Systemelemente (z.B. der Tourist als Akteur) eines Subsystems (z.B. Ferienort an der Ostsee) auf einer Mikroebene (z.B. Verschmutzung des Strandes durch den Touristen) stattfindet, d.h. wie ein Wirkungszusammenhang als Ausdruck einer fachlichen Relation entwickelt und auch geprüft werden kann. Auch sind die Merkmale eines „Wirkungszusammenhanges“ zwischen Ursache und Wirkung in Systemen weder inhaltlich noch sprachlich bisher eindeutig definiert worden.

Anhand eben jenes Verständnisses für die Entwicklung fachlicher Relationen zwischen Ursache und Wirkung, sollen Schüler*innen im Fach Geographie komplexe geographische Denkkompetenzen erwerben (DGfG, 2020,5-6). Studien (u.a. Hmelo-Silver & Azevedo, 2006; Yuua et al., 2016) verweisen jedoch darauf, dass es den Schüler*innen nicht gelingt, komplex und systemisch zu denken. Die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen (Wirkungszusammenhänge) im Rahmen komplexer Problemlösungsprozesse, verbleibt oftmals auf einem einfachen, linearen und monokausalen Komplexitätsniveau, d.h. auch, vertiefte systemische Einsichten und daraus folgend mögliche Handlungsoptionen werden nicht entwickelt. Begründet wird dies aufgrund zu vieler zu betrachtender und zu berücksichtigender Elemente (Kaminske, 2001, 17). Dadurch können Wirkungsbeziehungen und Rückkopplungen, sowie direkte und indirekte Veränderungen der Systemorganisation nicht erkannt werden. Als weitere Ursachen werden unter anderem eine fehlende emotionale und affektive Betroffenheit (Mehren et al., 2014, 4) oder mangelndes domänenspezifisches Systemwissen (Mambrey et al., 2020, 16) genannt, welche dazu führen, dass Elemente und Relationen nicht erkannt oder entwickelt werden können. Was bisher jedoch kaum als Hindernisgrund für die Entwicklung

komplexer Wirkungszusammenhänge bzw. als Barriere für kausales Wissen untersucht wurde, ist der Einfluss von Sprache. Komplexe fachliche Inhalte und komplexe Wirkungszusammenhänge werden im Unterricht vorrangig sprachlich erarbeitet und kommuniziert. Einerseits bei der Sprachrezeption, z.B. beim Lesen von geographischen Informationen durch fachbezogene Medien, wie Karten, Diagramme, Sachtexte und Tabellen (Oleschko et al., 2016, 17). Andererseits bei der mündlichen und schriftlichen Sprachproduktion, z.B. beim Schreiben einer begründeten Antwort auf die Problemfrage eines Mysterys, in der Wirkungszusammenhänge dargestellt werden sollen (Fridrich, 2015, 53). Die (fach-)sprachliche Förderung im Geographieunterricht ist in den vergangenen Jahren zwar zu einem wichtigen Forschungsfeld geworden (vgl. Budke & Kuckuck, 2017; Maier & Ganteford, 2018; Oleschko et al., 2016) mit besonderem Schwerpunkt im sprachsensitiven bzw. sprachbewussten Unterrichten (vgl. Morawski et al., 2017; Oleschko & Grannemann, 2017; Sonja Schwarze, 2019). Der Einfluss von Sprache auf die Entwicklung komplexer geographischer Kausalstrukturen in der Geographie ist jedoch nach wie vor weitestgehend unerforscht. Geographiedidaktische Arbeiten in diesem Themenbereich (vgl. Kaminske, 2001; Köck, 2001, 2004; Rempfler & Uphues, 2011) beschränken sich häufig auf visuelle Repräsentationen von geographischen Kausalstrukturen in Verbindungen mit einzelnen Kausalmarkern auf Wortebene, wie Verben (z.B. führt zu; vermindert, etc.), berücksichtigen jedoch den sprachlichen Aspekt komplexer Kausalbeziehungen auf Satzebene (z.B. Haupt-Nebensatz-Strukturen eines Kausal- oder Konditionalsatzes) nur unzureichend. Ausnahmen stellen die Arbeiten von Müller (2016) und Michalak & Müller (2017) dar. Müller (2016) hat in ihrer Arbeit die Erschließung komplexer Systeme mittels Argumentation untersucht und festgestellt, dass Schüler*innen, vor allem in der Darstellung raumzeitlicher Dynamik und komplexer Verbindungen Schwierigkeiten haben. Als Unterstützungsmaßnahme und als fachliche Sprachförderung wird dabei auf den, dem Fremdsprachenunterricht entlehnten, Ansatz des Scaffolding (vgl. Brooks, 2016; Gibbons, 2015; Glazewski & Hmelo-Silver, 2019; Heuzeroth, 2018) verwiesen. Unter Scaffolding wird eine an den Lernausgangslagen und Lernzielen orientierte systematische Bereitstellung von Unterstützungsangeboten für das sprachliche Handeln verstanden, um damit inhaltliches Lernen zu unterstützen (Heuzeroth, 2018, 41; Luft et al., 2015, 21-23). Jedoch wurde die Funktionsweise und Wirkung der sprachlichen Vorentlastung von Inhalten durch sprachliche Scaffolds (z.B. die Vorgabe und Erklärung von Verben) oder der sprachsensiblen Vermittlung relevanter systemischer Aspekte (z.B. Bilderklärung von Systemelementen) bisher kaum empirisch untersucht.

In der Geographiedidaktik gibt es ebenso (bislang) nur wenige empirisch geprüfte Belege für den Zusammenhang von (fach-)sprachlichen Kompetenzen (hier die Fähigkeit, geographische Kausalstrukturen zu versprachlichen) und der Entwicklung kausaler Wirkungszusammenhänge, im Rahmen des vernetzenden (systemischen) Denkens. Neben der oben bereits genannten fehlenden

inhaltlichen Definition geographischer Kausalstrukturen, fehlt es ebenso an einer sprachlichen Definition geographischer Kausalstrukturen, als Repräsentation fachlicher Relationen. Auch eine geographiebezogene Analyse fachsprachlicher Barrieren auf Wortebene (z.B. fehlendes Verständnis von Fachbegriffen als Repräsentation von Systemelementen) und auf Satzebene (z.B. lückenhaftes Wissen um die Konstruktion von Kausalsätzen) fand bisher nicht statt. Weitgehend ungeklärt ist auch, wie das Entwickeln und Versprachlichen geographischer Kausalzusammenhänge, durch Schüler*innen tatsächlich vonstattengeht und welche Funktion und Einfluss Sprache bei der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen und dem Verständnis des geographischen Konzeptes von Kausalität besitzt.

Der genannte Einfluss von Sprache bzw. die kognitive Funktion von Sprache auf das fachliche Lernen ist nicht nur für Schüler*innen mit Deutsch als Erstsprache relevant. Bei ungefähr 30% der Schüler*innen mit einer Zuwanderungsgeschichte und einer nichtdeutschen Familiensprache im deutschen Schulsystem (Autorengruppe Bildungsberichterstattung [Hg.], 2018, 93), ist eine Heterogenität von Erfahrungen, interkulturellen Hintergründen und gesprochenen Sprachen in den Familien und Schulen ein alltägliches Phänomen – mit allen damit verbundenen Potenzialen (vgl. Gogolin et al., 2020; Mayr, 2020; Oomen-Welke & Dirim, 2013; Repplinger & Budke, 2018). Diese sprachliche und kulturelle Heterogenität der Schüler*innen wird im Fachunterricht jedoch bisher wenig berücksichtigt, könnte für die Vermittlung systemischer Denkkompetenzen im Geographieunterricht aber ein hohes Potenzial in einer kognitiven, sprachlichen und interkulturellen Dimension darstellen (Beller et al., 2017b, 5-6). In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, dass bisher nur wenige Untersuchungen zu den Potenzialen von Mehrsprachigkeit im Geographieunterricht vorliegen (Budke & Maier, 2019; Weißenburg, 2013; Weissenburg, 2018). Die Ressourcen der Mehrsprachigkeit werden bisher weder bei der Organisation und Planung noch bei der Durchführung des Geographieunterrichts berücksichtigt (Repplinger & Budke, 2018, 176). Umso interessanter wäre es herauszufinden, welche Wirkungen und Potenziale der Einsatz von mehr als zwei Sprachen im Rahmen mehrsprachiger Unterrichtssequenzen im Geographieunterricht für das fachliche Lernen haben könnten.

Geographische Kausalstrukturen sind der kleinste Baustein geographischer Wirkungszusammenhänge bzw. der Relation von Ursache und Wirkung. Die Entwicklung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen durch Schüler*innen ist dabei Gegenstand und Ergebnis eines komplexen Problemlösungsprozesses. Nach Ansicht des Verfassers ist dieser Problemlösungsprozess durch eine inhaltliche, sprachliche und strategische Dimension gekennzeichnet. Inhaltlich erfordert der Problemlösungsprozess eine Identifizierung einer Vielzahl von Elementen und Relationen, die Entwicklung hochgradig vernetzter Kausalbeziehungen zwischen diesen Elementen und somit eine

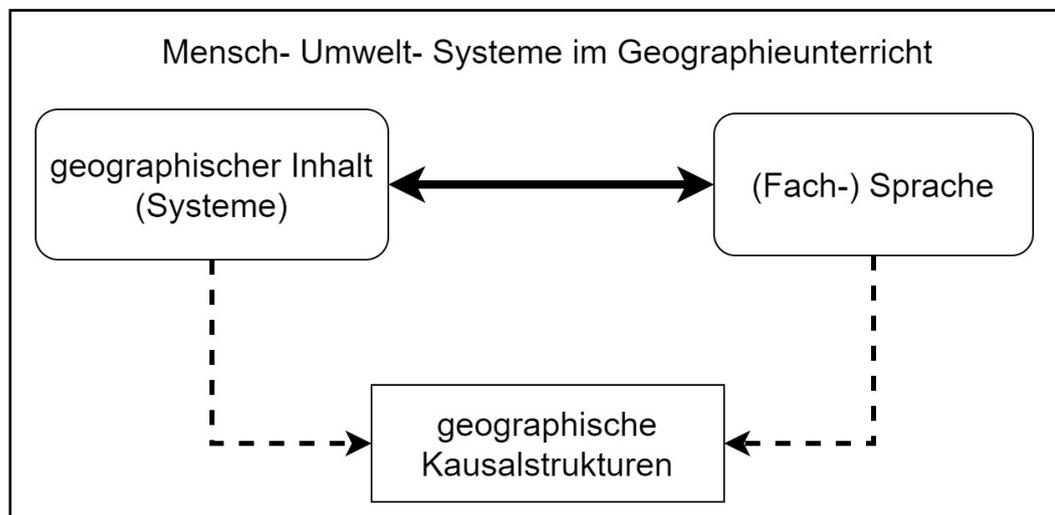
umfassende Repräsentation systemspezifischer Eigenschaften, Strukturen und Interaktionen (Mehren et al., 2018; Ben-Zvi & Orion, 2009, 544). Diese komplexe Repräsentation der Systemorganisation und des Systemverhaltens (Mehren et al., 2015, 30) ist Ausgangspunkt für die Lösung raumbezogener, komplexer Probleme. In einer sprachlichen Dimension gilt es, inhaltlich entwickelte, geographische Kausalstrukturen als Repräsentation von Systemeigenschaften, Wirkungszusammenhängen und Problemlösungen zu versprachlichen. Für eine kohärente inhaltlich-sprachliche Darstellung geographischer Kausalstrukturen erhält die kognitive Funktion von Sprache eine erhöhte Bedeutung, in Form von fachsprachlichen Registern oder einer fachbezogenen Sprachbewusstheit (Glaab, 2020, 2; Gleitman & Papafragou, 2005, 639-641). Strategisch erfordert das Lösen komplexer Probleme die Fähigkeit und das Vermögen, einerseits eigenes Wissen zu aktivieren, organisieren und anzuwenden. Andererseits müssen Schüler*innen in der Lage sein, komplexe, kreative Handlungsstrategien zu gebrauchen, ihr Denken und Handeln problembezogen zu organisieren und zu regulieren (Betsch et al., 2011, 139). Im geographiedidaktischen Diskurs ist Metakognition ein oft genannter und vielversprechender Ansatz, Schüler*innen zu befähigen, in komplexen, hochvernetzten und systemischen Relationen bzw. Kausalstrukturen zu denken und diese zu versprachlichen (vgl. Mehren et al., 2014; Mehren et al., 2016; Rempfler & Mehren, 2011). Unter Metakognition wird dabei die Bewusstmachung des deklarativen (inhaltlichen) Wissens, des so genannten Metawissens oder Metamemory, sowie die Bewusstheit um das prozedurale, d.h. strategische Wissen, so genannter Metastrategien verstanden (Flavell, 1979, S. 907; Hasselhorn, 1992, S.41-44; Lockl & Schneider, 2007; Shaughnessy et al., 2008). Studienergebnisse aus anderen wissenschaftlichen Disziplinen implizieren, dass metakognitive Phasen und Metakognition fördernde Methoden nicht nur eine Verbesserung des kausalen Wissens und der Problemlösungsstrategien bewirken (u.a. Dunlosky et al., 2021, 113-116; Eichmann et al., 2019, 10-11), sondern bei entsprechender Berücksichtigung auch eine Steigerung der Sprachbewusstheit und folglich der Fähigkeit zur Versprachlichung komplexer geographischer Kausalstrukturen unterstützen könnten (u.a. Gilissen et al., 2020, 21-23; Haukas, 2018). Jedoch fehlt es hierzu an geographiespezifischen Studien in Bezug zum Denken in Systemen. Im geographiedidaktischen Diskurs ist bisher weitgehend ungeklärt, wie jene Denkinstrumente und metakognitiven Methoden zur Förderung von Metakognition im Besonderen im Geographieunterricht konzipiert sein sollten, um die Entwicklung komplexer Kausalstrukturen durch Schüler*innen im Rahmen des systemischen Denkens zu verbessern. Unklar ist bisher auch, welche Formen der Vermittlung metakognitiver Strategien in einzelnen Unterrichtsphasen besonders wirksam und effektiv sind und inwieweit metakognitive Strategien tatsächlich geographische, komplexe, kausalbezogene Denkprozesse unterstützen.

1.3 Entwicklung des Forschungsvorhabens und Forschungsfragen

Die vorliegende Dissertation knüpft an den Diskurs zur Wirkung von Sprache für das fachliche Lernen im Sinne eines sprachbewussten (Michalak et al., 2015) bzw. sprachsensiblen Fachunterrichts (Leisen, 2013) an und fokussiert dabei im Besonderen auf die kognitive Funktion von Sprache im Geographieunterricht (Evans & Green, 2006). Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit ist das komplexe Verhältnis von Sprache und Inhalt, eingebettet in den theoretischen sowie konzeptionellen Rahmen des Denkens und Problemlösens in Mensch-Umwelt-Systemen im Geographieunterricht (Abbildung 1).

Abbildung 1

Wechselwirkungsverhältnisse zwischen Inhalt und Sprache bei der Entwicklung von geographischen Kausalstrukturen (eigene Darstellung)

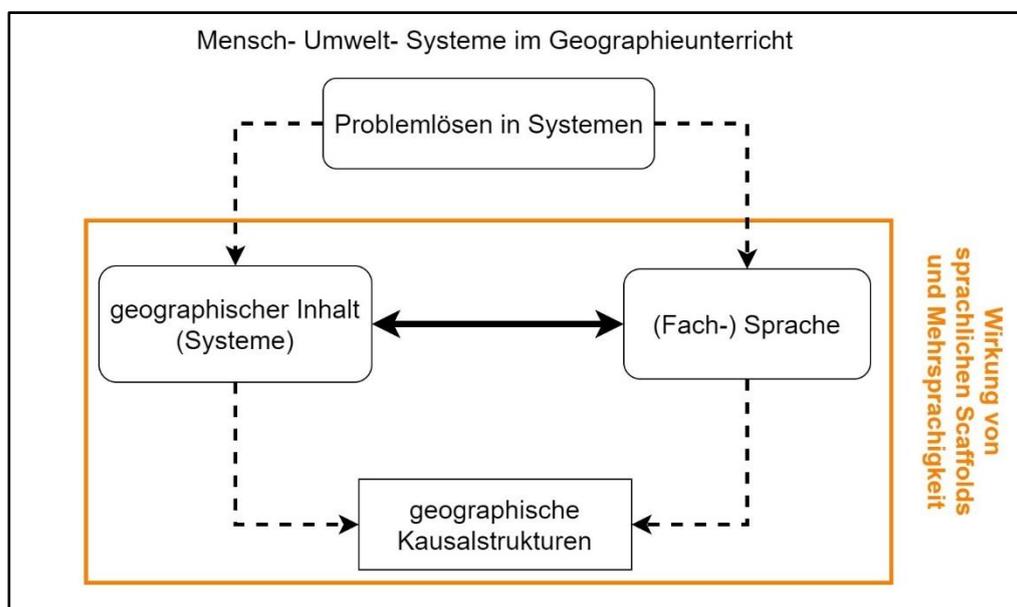


Der Zusammenhang von geographischen Inhalten, insbesondere Mensch-Umwelt-Systemen und ihren immanenten Kausalstrukturen sowie deren fachsprachliche Repräsentationen sollen untersucht werden (Abbildung 1). Dabei wird im Sinne der kognitiven Linguistik davon ausgegangen, dass das Sprachwissen bzw. das Sprachbewusstsein der Sprecher*innen deren Fähigkeit zu komplexem Denken und dem Vermögen, diese komplexen Denkstrukturen sprachlich zu repräsentieren, bestimmt (Kempert et al., 2018; Muñoz & Roche, 2021, o.S.). Anders ausgedrückt: Sprachwissen und Sprachgebrauch sind somit zugleich Ausdruck einer bestimmten „Sicht auf die Welt“ (Beller & Bender, 2010, 250) und haben damit zentralen Einfluss auf das Verständnis geographischer Inhalte (Abbildung 1). Hier versucht die vorliegende Dissertation einen inhaltlichen und sprachlichen Definitionsversuch, in Form des Konzeptes der geographischen Kausalstrukturen (Kapitel 2.5). Aus dem Verständnis der Versprachlichung und beobachtbaren Fehlerstrukturen fachlicher Relationen zwischen Ursache und Wirkung, sollen Erkenntnisse für die Unterstützung komplexerer Denkprozesse in Mensch-Umwelt-

Systemen abgeleitet werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes werden deshalb bestehende sprachliche Scaffolds hinsichtlich ihrer Wirkungsweise auf die Entwicklung von geographischen Kausalstrukturen empirisch geprüft und Potenziale für deren zukünftige Gestaltung aufgezeigt. Auf dieser Grundlage wird versucht, einen Beitrag zur Klärung des Zusammenhanges von fachlichem Lernen und sprachlichem Lernen, beim systemischen Denken im Geographieunterricht zu leisten. Gleichwohl soll die kognitive Funktion von Sprache bei der fachlichen Realisation des Konzeptes Kausalität in Form geographischer Kausalstrukturen näher untersucht und verstanden werden. Bezogen auf die Herausforderung des Denkens in Kausalitäten soll unter anderem auch die Frage aufgegriffen werden, inwiefern Mehrsprachigkeit, als ein „Mehr“ an Sprache im Geographieunterricht, die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen durch Schüler*innen fördern und unterstützen kann. Es ist das Ziel herauszufinden, inwieweit die sprachlichen, kognitiven und kommunikativen Ressourcen mehrsprachiger Lernender Einfluss auf die inhaltliche Komplexität sowie die sprachliche Repräsentation geographischer Kausalstrukturen haben (Abbildung 2).

Abbildung 2

Einflussfaktoren Scaffolds und Mehrsprachigkeit auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen (eigene Darstellung)

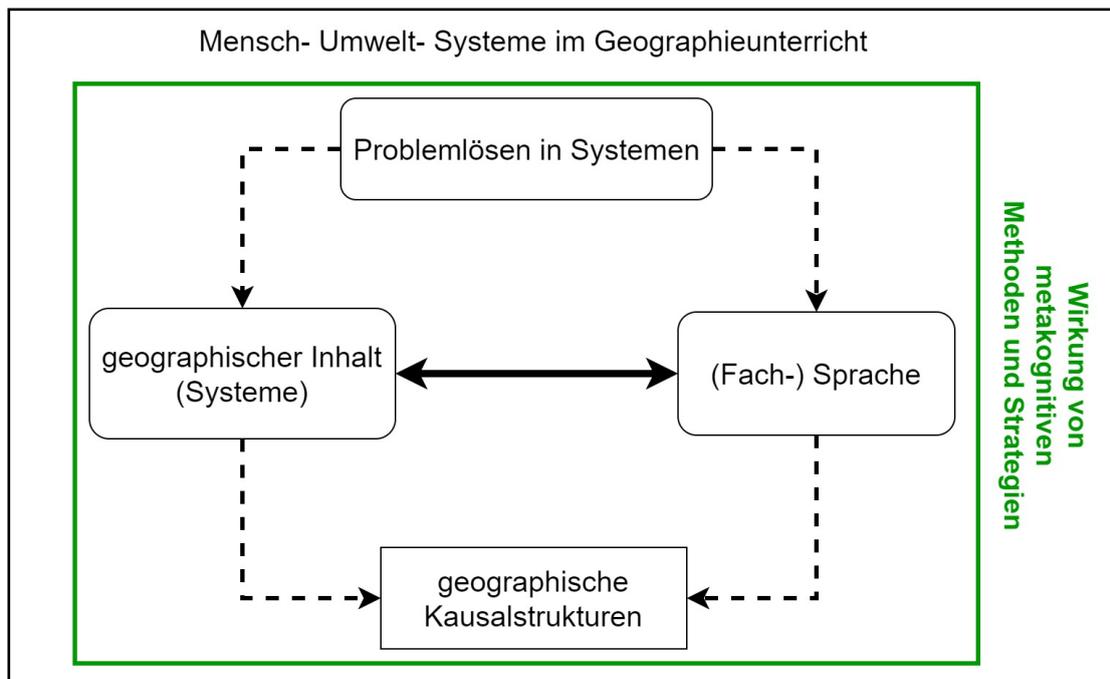


Leitgedanken der vorliegenden Arbeit sind zudem, dass geographische Kausalstrukturen Ergebnis eines sowohl inhaltlichen als auch sprachlichen Problemlösungsprozesses sind (Abbildung 3). Auf der inhaltlichen Seite besteht die Herausforderung, eine fachliche Lösung eines komplexen geographischen Problems herbeizuführen. Es gilt unter anderem, Systemelemente zu identifizieren,

Ursache und Wirkung zuzuordnen und eine kausale Relation zwischen den Elementen zu definieren. Dies sind Herausforderungen des inhaltlichen Problemlösungsprozesses.

Abbildung 3

Einflussfaktor Metakognition auf das Wechselverhältnis von Fachinhalt, Fachsprache, Problemlösen bei der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen (eigene Darstellung)



Zugleich müssen Schüler*innen jedoch mentale inhaltliche Konzepte (z.B. Kausalität, Ursache, Wirkung) mit den passenden sprachlichen Konzepten (z.B. Verwendung von kausalen Markern wie Verben oder passenden Fachwörtern) kohärent und sachlich richtig verbinden, um sich über das Problem austauschen zu können oder Lösungen diskutieren und bewerten zu können. Insofern stellt die Überführung eines inhaltlichen Konzeptes in eine adäquate sprachliche Repräsentation von geographischen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen einen wichtigen Schritt im eigentlichen sprachlichen Problemlösungsprozess dar. Inwieweit dieser inhaltlich-sprachliche Problemlösungsprozess durch strategische und metakognitive (Meta-) Bewusstheit unterstützt und damit komplexes, multikausales Denken ermöglicht wird, ist der dritte inhaltliche Schwerpunkt der Dissertation. Unter Metabewusstheit wird dabei in einem weiteren Sinne eine Achtsamkeit für alle kognitiven, volitiven (den Willen betreffend) und emotionalen beeinflussenden Prozesse der Schüler*innen verstanden, die eine selbstregulierende und selbstevaluierende Wirkung auf das Denken und Handeln besitzen (Brown & DeLoache, 1978, 27-30; Schmid & Funke, 2013, 338-340). Ziel der vorliegenden Dissertation ist es, in diesem Zusammenhang Methoden zu entwickeln und die Wirksamkeit von Metakognition in Bezug auf die Entwicklung komplexer, multikausaler,

hochvernetzter, geographischer Kausalstrukturen empirisch zu prüfen. Auch soll überprüft werden, inwieweit Methoden, die metakognitive Prozesse fördern, die Entwicklung inhaltlich und sprachlich kohärenter Kausalstrukturen im Geographieunterricht unterstützen.

Aus dem Zusammenhang zwischen geographischem Inhalt, fachbezogener Sprache und problemlösungsbezogenem Denken sowie metakognitiven Methoden, ergibt sich folgende zentrale und übergeordnete Frage des Forschungsvorhabens:

Inwiefern hat Sprache im Allgemeinen und Scaffolding, Mehrsprachigkeit und metakognitive Methodik im Besonderen Einfluss auf das Verständnis, die Entwicklung und die Versprachlichung von komplexen, multikausalen geographischen Kausalstrukturen im Rahmen des Denkens in systemischen Mensch-Umwelt-Beziehungen im Geographieunterricht?

Folgende Ziele leiten sich aus der überordneten Fragestellung ab:

Teilstudie 1

Heuzeroth, J.; Budke, A. (2021) Formulierung von fachlichen Beziehungen - Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Formulierung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht. Journal of Geography Education, 49(1), 14–31. DOI: <https://doi.org/10.18452/23166>

- Das Verhältnis von Inhalt und Sprache beim Entwickeln geographischer Kausalstrukturen näher bestimmen (Theorieentwicklung).
- Die inhaltlichen und sprachlichen Merkmale von geographischen Kausalstrukturen im Rahmen des Denkens in Mensch-Umwelt-Beziehungen definieren (Theorieentwicklung).
- Die sprachlichen und inhaltlichen Schwierigkeiten von Schüler*innen beim Entwickeln geographischer Kausalstrukturen feststellen (Empirie).
- Die Wirkung von sprachlichen Scaffolds bei Schüler*innen bei der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen untersuchen (Empirie).

Teilstudie 2

Heuzeroth, J., & Budke, A. (2020). The Effects of Multilinguality on the Development of Causal Speech Acts in the Geography Classroom. Education Sciences, 10(11), 299, 1-24. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci10110299>

- Die Potenziale der Mehrsprachigkeit von Schüler*innen und den damit einhergehenden Ressourcen für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen klären (Theorieentwicklung).
- Die Wirkung mehrsprachiger Unterrichtssequenzen und Materialien im Geographieunterricht für die Versprachlichung inhaltlich und sprachlich kohärenter geographischer Kausalstrukturen durch die Schüler*innen untersuchen (Empirie).
- Einen Einblick in die Wirkung mehrsprachiger Unterrichtssequenzen und die Ressourcen von mehrsprachigen Schüler*innen im Geographieunterricht gewinnen, um daraus ein Modell der Einsatzmöglichkeiten von Mehrsprachigkeit abzuleiten (Empirie/ Theoriebildung).

Teilstudie 3

Heuzeroth, J., & Budke, A. (2021). Metacognitive Strategies for Developing Complex Geographical Causal Structures—An Interventional Study in the Geography Classroom. European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, 11(2), 382–404. DOI: <https://doi.org/10.3390/ejihpe11020029>

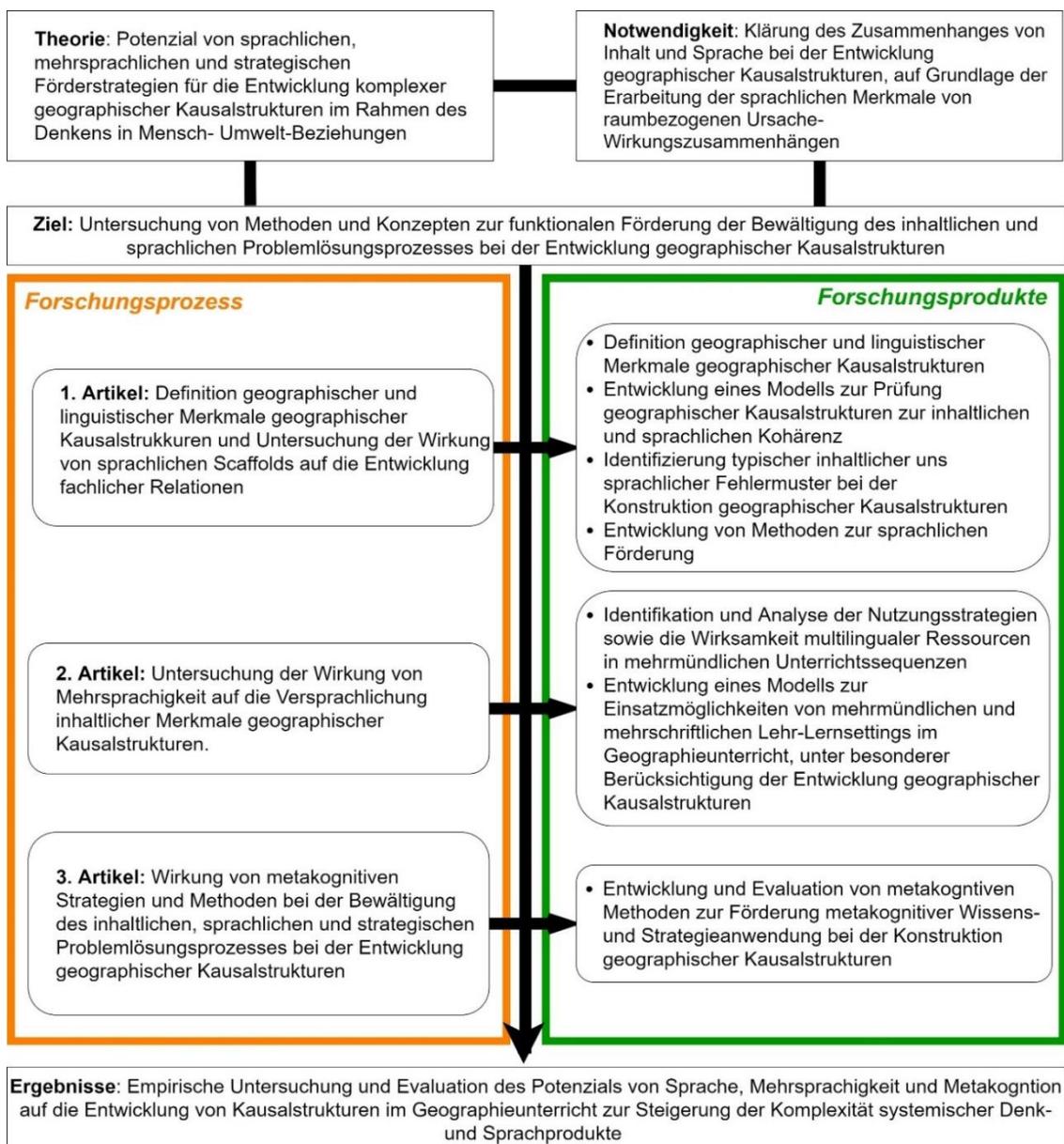
- Den aktuellen Forschungsstand zu Problemlösung und Metakognition konzeptionell für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen übertragen und weiterentwickeln (Theorieentwicklung).
- Metakognitive Strategien und Methoden für den Geographieunterricht konzipieren, die die Entwicklung komplexer geographischer Kausalstrukturen durch die Schüler*innen unterstützen (Empirie).
- Den Einfluss (meta-)strategischer Fähigkeiten auf die thematische, sprachliche sowie aufgabenbezogene Genauigkeit und Passung der Lösung von Schüler*innen im Rahmen des geographischen Problemlösens und der Versprachlichung komplexer geographischer Kausalstrukturen untersuchen (Empirie).

1.4 Forschungsverlauf und Aufbau der Arbeit

Zentraler Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Dissertation sind geographische Kausalstrukturen. Geographische Kausalstrukturen werden als das fachsprachliche Produkt „aktiver, konstruierender, problemlösender, sprachbasierter Prozess[e] der relationalen und kausalen Verknüpfung von Elementen eines komplexen geographischen Systems verstanden“ (Heuzeroth & Budke, 2021, 18; Teilstudie 1).

Abbildung 4

Übergeordneter Forschungsrahmen mit Darstellung des Forschungsprozesses und der Forschungsprodukte (eigene Darstellung)



Die Beeinflussung dieses Prozesses durch sprachliche Scaffolds, die Verwendung von mehreren Sprachen oder den Einsatz von Methoden, die metakognitives Wissen und Strategien bei Schüler*innen fördern, sind die Untersuchungsschwerpunkte dieser Dissertation (Abbildung 4). Durch den mehrperspektiven und interdisziplinären Zugriff der Arbeit auf das Phänomen Kausalität bzw. geographische Kausalstrukturen im Geographieunterricht, muss eine Vielzahl unterschiedlicher Begriffe, Konzepte und theoretischer Grundlagen geklärt werden, um sich dem Problemfeld adäquat zu nähern. Aus diesem Grunde erfolgt in Kapitel 2 eine ausführliche Betrachtung und Erläuterung dieser diversen Begriffe und Konzepte, die teilweise aus der Sprachdidaktik, teilweise aus der Geographiedidaktik oder (Lern-) Psychologie stammen, stets in Verbindung mit dem aktuellen Forschungsstand.

Da die Konstruktion geographischer Kausalstrukturen ein sprachbasierter Prozess ist, wird dementsprechend zuerst eine Klärung des Zusammenhanges von Sprache und Denken sowie einer Erörterung des Prinzips des sprachbewussten Geographieunterrichts erfolgen (Kapitel 2.1 - 2.2). Danach werden die geographischen Merkmale fachlicher Relationen bzw. Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge geographischer Kausalstrukturen erklärt, da dieser Ausdruck des geographischen „Konzeptes von Kausalität“ im Rahmen von Systemen darstellen. Auf Grundlage dieser inhaltlichen Klärung geographischer Kausalstrukturen erfolgt eine Zuordnung und Klärung sprachlicher Merkmale, entsprechend den theoretischen Grundlagen der kognitiven Linguistik (Kapitel 2.3). Diese Präzisierung des Untersuchungsgegenstandes dient als Grundlage des Verständnisses der ersten Teilstudie, in der geographische und linguistische Merkmale von geographischen Kausalstrukturen herausgearbeitet wurden (Kapitel 2.4). Anhand der extrahierten Merkmale wurden bestehende Scaffolds (inhaltlich-sprachliche Unterstützungsmaßnahmen; Gibbons, 2015), die Verwendung im Rahmen systemischer Denkprozesse finden, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit geprüft. Die konzeptionellen und sprachdidaktischen Hintergründe werden dabei in Kapitel 2.6 geklärt. Die Analyse der entwickelten Kausalstrukturen erfolgte anhand eines im Rahmen der Studie entwickelten Modells (*Prüfung geographischer Kausalstrukturen*; Abbildung 9). Mithilfe des Modells wurden inhaltliche und sprachliche Fehlermuster von Schüler*innen identifiziert und mögliche Modifikationen sprachlicher Scaffolds konzeptionell dargestellt.

Welche Bedeutung und Funktion der Einflussfaktor Mehrsprachigkeit auf die Entwicklung komplexer (multikausaler) geographischer Kausalstrukturen haben könnte, stand im Rahmen der zweiten Studie im Fokus, und deren theoretischen Hintergründe werden in Kapitel 2.7 erklärt. Die Wirkung der „*Metakompetenz Mehrsprachigkeit*“ (Cook, 1992, 557) auf den inhaltlich-sprachlichen Problemlösungsprozess beim Entwickeln geographischer Kausalstrukturen sollte in der zweiten Teilstudie untersucht werden. Zudem sollten die in vielen Studien (vgl. Cook, 1992; Jessner, 2017;

Mayr, 2020) belegten Ressourcen mehrsprachiger Schüler*innen, u.a. eine erhöhte Sprachbewusstheit oder verbesserte metakognitive Fähigkeiten für das fachliche, geographische Lernen genutzt und dessen Mehrwert empirisch überprüft werden. Die theoretisch angenommenen Wirkungen einer „metalinguistischen“ und „interlinguistischen Bewusstheit“ (Jessner, 2018, 35-37) wurden anhand mehrsprachiger mündlicher Unterrichtssequenzen erfasst und mit monolingualen schriftlichen Ergebnissen verglichen.

Zu guter Letzt werden die Grundlagen des Konzepts der Metakognition sowie die Grundprinzipien metakognitiver Methoden sowie der Zusammenhang zwischen Metakognition und Sprachbewusstheit erörtert (Kapitel 2.8). Dies dient der Einbettung der dritten Teilstudie und der Erklärung des Ansatzes, die strategischen Dimensionen beim inhaltlichen und inhaltlich-sprachlichen Problemlösen, im Rahmen der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen, anhand der Wirkung von Metakognition zu untersuchen (*Metamemory, Metaknowledge, Metastrategies*; Flavell et al., 1970, 904; Flavell, 1979; Hasselhorn, 1992, 41-43; Veenman et al., 2006; Veenman, 2015). Durch Einsatz selbstentwickelter strategisch-sprachlicher Fördermaßnahmen (Intervention) sollte deren Wirkung auf die Konstruktion und Versprachlichung komplexer, multikausaler geographischer Kausalstrukturen empirisch festgestellt werden.

In Kapitel 3 wird ein Überblick zu den drei Teilstudien und deren methodischem Vorgehen gegeben. Die Kapitel 4, 5 und 6 stellen die drei veröffentlichten Teilstudien der Dissertation dar. Die Ergebnisse der Studien werden abschließend in Kapitel 7 hinsichtlich der übergeordneten Forschungsfrage sowie hinsichtlich der Implikationen für die Schulpraxis, die Lehrer*innenausbildung und weitere zu bearbeitende Forschungsfragen zusammenfassend diskutiert.

2 Terminologische Grundlagen und Forschungsstand

2.1 Der Zusammenhang zwischen Sprache und dem Denken in Mensch-Umwelt-Systemen im Geographieunterricht- Theorien und Ansätze zum Einfluss von Sprache auf Kognition

Versucht man, das Verhältnis von Sprache und Denken zu bestimmen, so ergeben sich je nach konsultierter Quelle (Beller & Bender, 2010; Harley, 2014; Whorf, 1979) unterschiedliche Varianten der gegenseitigen Bedingtheit. Ein extremer Standpunkt wäre: Sprache bestimmt unser Denken (Whorf, 1979). In abgeschwächter Form würde das Verhältnis wie folgt ausgedeutet: Das Denken bestimmt die Möglichkeiten, Sprache auszubilden und zu nutzen (Harley, 2014). Ein Kompromiss würde postulieren, dass Denken und Sprache in einer Wechselwirkung zueinanderstehen (vgl. Beller & Bender, 2010; Beyer & Gerlach, 2018). Die vorliegende Arbeit folgt dem Ansatz von Beyer & Gerlach, 2018, 210), dass es eine Wechselwirkung von Sprache und Denken gibt, sodass in dieser Arbeit der Leitgedanke zu Grund liegt, d.h. fachliches Lernen und sprachliches Lernen einander bedingen und miteinander verknüpft sind (vgl. Schmölzer-Eibinger et al., 2013). In der vorliegenden Arbeit werden jedoch als sprachtheoretischer Zugriff, um das Denken in Kausalitäten bzw. geographischen Inhalt auszudeuten sowie für die inhaltliche als auch die sprachliche Untersuchung geographischer Kausalstrukturen, die Erkenntnisse der kognitiven Linguistik genutzt (Evans, 2012; Evans & Green, 2006; Llácer Llorca, 2015).

Aus dem Verständnis der *kognitiven Linguistik* ist Sprache Ausdruck einer übergreifenden kognitiven Fähigkeit (Schwarz, 2008, 20). Sprache wird als ein Subsystem der Kognition und „als ein in das gesamte Kognitionssystem integriertes mentales Kenntnissystem“ (Schwarz, 2008, 41) aufgefasst. Zentrale Fragen der kognitiven Linguistik sind, wie Bedeutung in Folge von Erfahrungen und der Interaktion mit unserer Welt entsteht und wie Menschen Welt wahrnehmen und (sprachlich) konzeptualisieren (Blomberg & Jessen, 2018, 19; H.-J. Schmid & Ungerer, 2011). Untersucht und von Relevanz ist dabei zugleich ein Verständnis der deklarativen und prozeduralen Komponenten der einzelnen Aspekte des Spracherwerbes, der Sprachverarbeitung, der Sprachkenntnis und der Sprachfähigkeiten (Blomberg & Jessen, 2018, 19; Schwarz, 2008, 43). Im Sinne der kognitiven Linguistik beeinflusst das Sprachwissen einer Person die mentale Bedeutungskonstruktion von Sprache und damit deren Fähigkeit und Vermögen zu denken (vgl. Lakoff & Johnson, 2011, 2014; Lakoff & MacCormac, 1987; Muñoz & Roche, 2021). Lakoff und Johnson (2014) postulieren, dass Sprache das Denken, Wahrnehmen und eben auch Handeln beeinflusst. Nach Evans & Green (2006) ist Sprache eine Konzeptualisierung von Umwelt durch Bedeutungszuweisung. Laut Lakoff & MacCormac (1987, 589) erfolgt diese Konzeptionalisierung von Sprache und Bedeutung auf Grundlage körperlicher Erfahrungen („*embodiment*“). Darüber hinaus nehmen Lakoff & MacCormac (1987) an, dass unser

Körper hauptsächlich unseren Zugriff auf die Welt bzw. Umwelt bestimmt. Er befähigt zu Erfahrungen, schränkt diese aber zugleich ein. Auf diese Weise beeinflusst unser Körper bzw. die Körpererfahrung unsere sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten und unser Denken (vgl. auch Evans & Green, 2006). Verschiedene Autoren (Lakoff & Johnson, 2014; Schwarz, 2008; Evans & Green, 2006) betonen, dass die Bedeutung von Worten oder Konzepten wie Kausalität sich dabei aus der Gesamtheit des Wissens aller konzeptueller Bestände und körperlicher Erfahrungen ergibt (*embodied cognition*; Muñoz & Roche, 2021, o.S.). Sprache ist demnach eine mentale Konzeptionalisierung von (körperlichen) Erfahrungen, konzeptionellen, kontextbezogenen Wissensbeständen, phonologischer Form und semantischer Bedeutung. Dabei stellen alle vier Aspekte sich wechselseitig bedingende Einheiten dar (Evans & Green, 2006, 46).

Die inhaltliche und sprachliche Konzeptionalisierung von Kausalität bzw. von Kausalbeziehungen ist demnach eine komplexe kognitive Leistung, die aus der Fähigkeit resultiert, Bedeutungen (z.B. eines Präpositionalverbes wie „führt zu“ oder „ist abhängig von“, das die raumzeitliche Dynamik einer Mensch-Umwelt-Beziehung repräsentiert) auf Grundlage von (körperlichen) Alltagserfahrungen, kontextbezogenem geographischen Wissen, lexikalischem und semantischem Wissen sowie dem Zweck und der Art der Nutzung des Verbes zu erkennen und passend anzuwenden (Blomberg & Jessen, 2018, 21; H.-J. Schmid & Ungerer, 2011, 10). Ähnlich verhält es sich mit der Konzeptionalisierung von Fachwörtern und grammatikalischen Strukturen, wie Kausalsätzen, die für eine Entwicklung fachlicher Relation gebraucht werden. Die Konzeptionalisierung und Anwendungsfähigkeit sprachlicher Mittel entwickelt sich dabei gebrauchsbasiert (z.B. raum-zeitliche Funktion des Verbes). Jeder Gebrauch einer spezifischen Struktur verfestigt und stabilisiert deren Speicherung sowie Abrufbarkeit im mentalen Lexikon (Langacker, 1987, 66). Dabei korreliert die Häufigkeit des Auftretens von sprachlichen Einheiten oder Handlungen mit deren kognitiver Verfestigung (Ziem & Lasch, 2013, 103). Der Prozess der Verfestigung wird als „*entrenchment*“ (Langacker, 1987, 59) bezeichnet. Kognitive Konzepte und sprachliche Konzepte sind dabei Ausdruck von kollektiven Vorstellungen und intersubjektiven mentalen Konzepten einer sozialen Wirklichkeit (Beller et al., 2017a, 4-6; Le Guen et al., 2015), denn die Konzeptionalisierung und Bedeutungskonstruktion von Sprache ist abhängig von den kulturellen bzw. sozialen Kontexten (Herkunft, Peergroup) einer Sprecher*in (Evans, 2012).

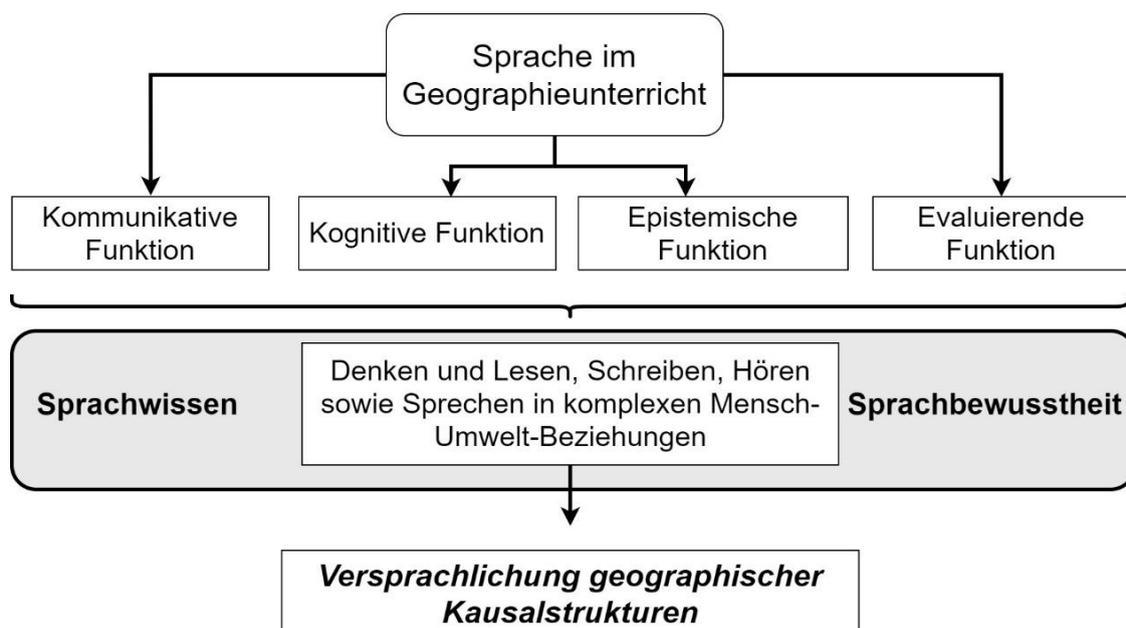
2.2 Zur Bedeutung von Sprache für das fachliche Lernen – Grundlagen des sprachbewussten bzw. sprachsensiblen Geographieunterrichts

Der sprachbewusste bzw. sprachensible Fachunterricht folgt dem Ansatz, dass Denken und Sprache in einer Wechselwirkung miteinander stehen und fachliches Lernen fachsprachliche Kompetenzen erfordert. (Beyer & Gerlach, 2018; Leisen, 2013; Michalak et al., 2015). Nach dem Kernlehrplan des

Faches Geographie des Landes Nordrhein-Westfalens ist „Sprache [...] ein notwendiges Hilfsmittel bei der Entwicklung von Kompetenzen und besitzt deshalb für den Erwerb einer raumbezogenen Handlungskompetenz eine besondere Bedeutung“ (Ministerium für Schule und Bildung, 2019, 9). Die erforderlichen fachbezogenen Sprachkompetenzen werden als fachbezogenes Sprachregister bezeichnet (Oleschko et al., 2016, 14). Geographische Inhalte und systemische Denkprozesse sind zugleich auch Gegenstand, Ergebnis oder Voraussetzung sprachlicher Prozesse. Durch die besondere Bedeutung von Sprache für die „aktive Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten, Prozessen und Ideen“ (Oleschko et al., 2016, 14) im Geographieunterricht hat die Aufmerksamkeit der Geographiedidaktik für die Funktionen der Sprache für das geographische Lernen (siehe Abb. 5) in den letzten Jahren sehr stark zugenommen (u.a. Budke & Kuckuck, 2017; Michalak et al., 2015; Oleschko & Grannemann, 2017; Schwarze, 2017; Ulrich & Michalak, 2019). Im Bereich der Geographiedidaktik ist die Sprachförderung zu einem wichtigen Forschungsfeld geworden.

Abbildung 5

Funktion von Sprache im Fachunterricht (eigene Darstellung)



Die Entwicklung eines fachspezifischen, bildungssprachlichen Wortschatzes sowie die Entwicklung der Fähigkeit eines differenzierten und bewussten Einsatzes von Sprache im Geographieunterricht wird in vielen Publikationen im Rahmen des sprachsensitiven oder sprachsensiblen Unterrichts (Budke & Kuckuck, 2017; Maier & Ganteford, 2018; Oleschko & Grannemann, 2017; Schwarze, 2019) oder – anders akzentuiert – im Rahmen des bilingualen Geographieunterrichts (Morawski & Budke, 2017, 2019) thematisiert.

Sprache ist dabei Medium, Gegenstand und Ziel des schulischen Lernens (Leisen, 2013, 32). Sprache als Medium ermöglicht es zu kommunizieren und zu interagieren (Kommunikationsfunktion; Abbildung 5). Sprache ermöglicht das Erlernen von Inhalten und damit den Erwerb von Fähigkeiten (kognitive oder epistemische Funktion, Abbildung. 5). Sprache wird dabei auch zum Lernobjekt, wenn es um die Erweiterung von Sprachkenntnissen geht. Darüber hinaus ist Sprache ein Medium für die schulische Leistungsbeurteilung (Michalak et al., 2015, 13). Budke & Weiss (2017, 127) definieren sprachsensitiven Geographieunterricht als Unterricht, der "die fachspezifischen sprachlichen Anforderungen für das Verständnis und zur Beantwortung geographischer Fragestellungen im Unterricht, ausgehend von den Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler, berücksichtigt" (Abb. 8). Ziel einer fachbezogenen Sprachförderung ist es nach Budke & Kuckuck (2017, 22), fachspezifische bildungssprachliche Kompetenzen (CALP; Cummins, 1979) anzubahnen, die das Informationsvermögen, die Kenntnis und den Gebrauch von Fachbegriffen/Fachsprache, die Fähigkeit zu kommunikativen Tätigkeiten, z.B. die Entwicklung der Argumentation oder Präsentation von Inhalten, die Entwicklung von Diskursfähigkeit und metakognitive Fähigkeiten beinhalten. Gerade auf den Zusammenhang zwischen Sprachkompetenz/ Sprachbewusstheit (Abbildung 5) und Metakognition soll in Kapitel 2.8. genauer eingegangen werden.

2.3 Kausalität, fachliche Relationen und Denken in Systemen im Geographieunterricht – Die Bedeutung von Kausalität in Lebenswelt und Schule

2.3.1 Die Relevanz des Verständnisses von Kausalität bzw. Kausalzusammenhängen

Die weltweite Verbreitung des Coronavirus ist das Spiegelbild einer globalisierten, vernetzten Welt und ihrer Verwundbarkeit. Weitere Beispiele sind die globale Erwärmung bzw. Klimaveränderungen und deren Auswirkungen auf die lokale Wetterereignisse, die Landwirtschaft und Lebensbedingungen, oder steigende Mieten in Innenstädten, die zu einer sozialen Schichtung der Wohnbevölkerung und einer weiteren Zersiedlung der stadtnahen Randbereiche führen. Dies sind Beispiele, die aufzeigen, dass unsere Welt ein komplexes System ist. Ein System verschiedener Arten von Kausalitäten und Korrelationen. Ein Zusammenspiel von (un)sichtbaren, (anscheinend) (un)zusammenhängenden Ursachen und Auswirkungen bzw. Ergebnissen. Eine der „zentralsten kognitiven Kompetenzen“ (Waldmann, 2017, 1) von Menschen ist das Denken in kausalen Zusammenhängen. Das Denken in Ursache-Wirkungs-Beziehungen ist Ergebnis „interner kausaler Modelle“ (Waldmann et al., 2006, 3) und wird zugleich auch "kausales Wissen" (Beller et al., 2017a, 1) genannt. Das Verständnis um Ursache und Wirkung befähigt uns, die Prozesse in unserer Umwelt zu verstehen, zu interpretieren und unsere Handlungen anzupassen. Die Fähigkeit, kausales Denken zu entwickeln und anzuwenden, ermöglicht es uns unter anderem, uns in unserer natürlichen und sozialen Umwelt zu orientieren, Diagnosen zu

stellen, Entscheidungen zu treffen und vor allem Handlungen zu planen und Probleme zu lösen (Beller et al., 2017b, 6-7). Ein kompetenter Umgang mit Kausalitäten beeinflusst somit individuelle Handlungen in der eigenen Lebenswelt. In einer gesellschaftlichen Dimension gilt es Lösungen zu finden für den intergenerativen Umgang miteinander und die Lösung gesellschaftlicher Probleme, wie den Klimawandel, nachhaltige Ressourcennutzung, die Sicherstellung der Versorgungssicherheit oder die Gewährleistung und sozial gerechte Realisierung der Grundbedürfnisse (Daseinsgrundfunktionen) des Menschen. Gerade im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE, u.a. Rieckmann, 2017) befähigt ein vertieftes Verständnis von Kausalstrukturen zu einem zukunftsfähigen, nachhaltigen Denken und Handeln, unter z.B. der Abschätzung der Folgen von Entscheidungen für nachfolgende Generationen.

2.3.2 Kausalität und Korrelation – Theoretische Grundlagen des geographischen Konzeptes von Kausalität

Im Gegensatz zu Korrelationen, die ebenfalls eine Beziehung zwischen zwei oder mehreren Merkmalen, Ereignissen, Zuständen oder Funktionen beschreiben, jedoch keine zwingende Bedingtheit, sondern nur einen möglichen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang ausdrücken, beschreibt Kausalität einen funktionalen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung (Kühnel & Dingesstedt, 2019; Losee, 2011). Dabei hat das Konzept „Kausalität“ interdisziplinär unterschiedliche Bedeutung. Aber auch intradisziplinär, also innerhalb der Geographie, ist nicht eindeutig festgelegt, was das Konzept der Kausalität eigentlich fachwissenschaftlich genau repräsentiert (Drewitz, 2020, 7-8). Bunge (2009, 3-4) versucht daher, eine spezifischere Bezeichnung für jede dieser unterschiedlichen Bedeutungen vorzunehmen und unterteilt das Konzept Kausalität in drei unterschiedliche Bedeutungsklassen:

- (1) Die *Verursachung*: Ein Sachverhalt wird als „kausal“ verstanden und der Kategorie der Kausalität zugeordnet, wenn damit die Relation von Ursache und Wirkung bezeichnet wird (z.B. „Weil die Sonne scheint, schmilzt das Schokoladeneis“).
- (2) Das *Kausalprinzip* (oder Prinzip der Kausalität): Dieses gilt, wenn eine Regel, ein Gesetz oder eine gesetzmäßige Formulierung der Verursachung gemeint ist, also ein Kausalprinzip bezeichnet wird, bei dem eine Ursache immer eine bestimmte Wirkung hervorruft (z.B. „Immer wenn die Sonne scheint, wird es wärmer“).
- (3) Der (*kausale*) *Determinismus*: Hierbei ist ein Grundprinzip bzw. eine Doktrin gemeint, wodurch eine universelle Gültigkeit des Kausalprinzips behauptet wird (z.B. „Die Wärme der Sonne muss eine Ursache haben“).

Zentral für die vorliegende Arbeit ist das Verständnis von Kausalität im Sinne der Verursachung (Kategorie 1). Im Mittelpunkt stehen also Relationen und Wirkungszusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung. Gleichwohl spielt ebenso das Kausalprinzip (Kategorie 2) eine wesentliche Rolle in der Betrachtung von Raumsachverhalten. Begründet wird dies mit dem fachwissenschaftlichen Grundverständnis der Geographie, als Brückenfach von Natur- und Gesellschaftswissenschaft (DGfG, 2020, 6). Demnach kann in der vorliegenden Arbeit keine streng deterministische Sichtweise (z.B. Laplace, 1814) oder auf reinen Kausalprinzipien (z.B. Kant, 1989 [1789]) beruhende Sicht auf die Kausalstrukturen der Welt zu Grunde liegen, da sowohl physikalische, biologische, chemische Kausalprinzipien der physischen Geographie, als auch Paradigmen der Sozialwissenschaften (z.B. Sozialgeographie) den Zugriff auf raumwirksame Prozesse, Strukturen und Funktionen bestimmen. Dies liegt vor allem daran, dass die Geographie die Wechselwirkungsgesamtheit von menschlichen und natürlichen Systemen zum Gegenstand hat. Der Mensch, als Einflussfaktor, denkt und handelt dabei nur bedingt streng rational und kausal („Homo sociologicus“, Dahrendorf, 1964). Andererseits sind grundlegende naturwissenschaftliche und physikalische Prinzipien (z.B. Verdunstung) zentrale Ausgangsbeziehungen von Relationen im Geographieunterricht, als Abbild natürlicher bzw. naturgeographischer Systeme.

2.3.3 Kausalität im Fach Geographie im Rahmen der Betrachtung von Mensch-Umwelt-Systemen

Das Ziel des Unterrichtsfaches Geographie liegt in der Vermittlung und Anbahnung einer raumbezogenen Handlungskompetenz auf Grundlage des Verständnisses von komplexen Systembeziehungen zwischen Menschen und Umwelt (DGfG, 2020, 5-6). Deswegen liegt der Arbeit ein Mensch-Umwelt-Zusammenhänge gleichermaßen und gleichrangig repräsentierendes, integratives Verständnis von ökologischen und sozialen (Sub-) Systemen zu Grunde (Finley et al., 2011; Fögele et al., 2020, 85; Hummel et al., 2017, 10-14). Je nach Raumkonzept (Wardenga, 2002, 8-9) verändert sich auch der Zugriff auf das Phänomen Kausalität im Geographieunterricht grundlegend. Kausalbeziehungen als Ergebnis sozialer Konstruktion („Raum als Konstrukt“) nutzen Kausalität eher im Sinne einer Verursachung (Kategorie 1, siehe Kapitel 2.3.2), d.h. die Relation von Ursache und Wirkung wird subjektzentriert konstruiert (Wardenga, 2002, 8-9). Gleichwohl – und damit wird die Schwierigkeit des Konzeptes von Kausalität im Geographieunterricht deutlich – entspricht eine Zugriffsweise im Sinne des Raums als realistisches Abbild einer „physisch-materiellen Welt“ (Wardenga, 2002, 8; „Raum als Container“) einer Mischung aus Verursachung und dem Kausalprinzip. Im Raum als Container werden Räume als Wirkungsgefüge natürlicher und anthropogener Faktoren verstanden, welches raumwirksam und gestaltend fungiert (Wardenga, 2002, 8). Natürliche Faktoren (z.B. Verwitterung von Steinen) folgen dabei dem Kausalprinzip. Dahingegen folgen anthropogene

Faktoren (z.B. die Gewinnung von Baumaterialien in einem Steinbruch) dem Prinzip der Verursachung. Fazit: Je nach Zugriff auf das Phänomen Raum verändern sich dort vorhandene Strukturen, Prozesse und Funktionen, in Folge des Paradigmas des jeweiligen Raumkonzepts. Damit ändern sich auch die zentralen Merkmale des Konzepts von Kausalität im Geographieunterricht für das entsprechende Raumkonzept (DGfG, 2020; Fögele, 2018).

In der vorliegenden Arbeit beschreibt das Konzept *Kausalität* einen funktionalen Zusammenhang zwischen mindestens einer Ursache und einer Wirkung. Ursache und Wirkung ergeben sich aus einer direkten oder indirekten Verknüpfung oder Interaktion zwischen Systemelementen (Mambrey et al., 2020; Tripto et al., 2016; Winterling, 2012, 9-11). Die Ursache, Wirkung und Relation haben dabei drei grundlegende Aspekte: Wirksamkeit, das Wirkende und dessen Wechselwirkung (Asmuth, 2008, 290). Wirksamkeit umschreibt die Möglichkeit bzw. das Potenzial, dass ein Element eine bestimmte Wirkung hervorrufen kann oder eine Wirkung verursacht. Das Wirkende beschreibt die Veränderung, die Wirkungseffekte eines Elementes auf ein oder mehrere andere (z.B. Konsum von Kaffee im Mehrwegbecher). Die Wechselbeziehungen von Ursache und Wirkung (z.B. Verhaltensänderung der Konsumenten) beschreiben die Richtung, Stärke, Zeit und Räumlichkeit der Interaktion der Elemente (Batzri et al., 2015; Bollmann-Zuberbühler et al., 2010). Dabei ist zu beachten, dass eine Wirkung zeitlich nicht vor einer Ursache stehen kann (Asmuth, 2008, 290). Für Luhmann (2018) ist Kausalität nur innerhalb eines dynamischen (unausgewogenen) Systems verortet. Kausalität ist demzufolge stets selbstreferentiell, d.h. sie betrifft ausschließlich Beziehungen zwischen Elementen, die sich innerhalb desselben Systems befinden. Eine Zuschreibung von Ursache und Wirkung erfolgt jedoch von außen, durch einen Beobachter (Dieckmann, 2004, 91; Luhmann, 2009). Im Geographieunterricht ist kausales Denken eine Operation, in der oftmals rückwärtig von beobachtbaren Wirkungen (z.B. Plastikmüll in der Umwelt) auf die Ursachen (z.B. fehlendes Umweltbewusstsein) geschlossen wird. Anschließend erfolgt eine logische Rekonstruktion einer Beziehung. Diese Teiloperationen werden dann in schriftlicher oder mündlicher Sprache ausgedrückt (Dörner, 2000, 98). Die Versprachlichung systemischer Beziehungen wird im Rahmen dieser Dissertation als geographische Kausalstruktur bezeichnet (Heuzeroth & Budke, 2021a).

2.4 Problemlösen im Rahmen des Denkens in Mensch-Umwelt-Systemen und bei der Entwicklung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht

Geographische Kausalstrukturen und deren sprachlich repräsentierten Wechselwirkungen bzw. Wirkungszusammenhänge zwischen Elementen eines Systems Erde-Mensch sowie deren naturgeographischen und humangeographischen Subsystemen erfordern komplexes Problemlösen durch Schüler*innen (DGfG, 2020, 5-11). Das Konzept des problemlösenden Denkens dient in der vorliegenden Arbeit als konzeptioneller Rahmen für das Verständnis der inhaltlich-sprachlichen

Entwicklung geographischer Kausalstrukturen und dem damit einhergehenden Verständnis komplexer Mensch-Umwelt-Systeme. Anhand komplexer Probleme soll im Geographieunterricht eine Problemlösungskompetenz angebahnt werden, die kompetentes raumwirksames Verhalten ermöglicht (DGfG, 2020, 5).

Komplexe Probleme sind in der Regel der Ausgangspunkt für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen. Im Gegensatz zu analytischen Problemen, bei denen alle lösungsrelevanten Informationen in der Problemsituation enthalten oder durch schlussfolgerndes Denken und Vorwissen erschließbar sind, muss bei komplexen Problemen in Mensch-Umwelt-Systemen eine Exploration der Problemsituation durch eine Auseinandersetzung mit den Elementen und Wirkungszusammenhängen des Systems stattfinden (Buchwald, 2015, 18-19). Ein Problem entsteht durch das Vorhandensein von Zielen (z.B. Umweltschutz) bei gleichzeitigem Unwissen darüber, wie der definierte bzw. gewünschte Zustand (Soll-Zustand) aus dem bestehenden Ist-Zustand erreicht werden kann (Dittrich, 2016, 18-20). Bezogen auf geographische Zusammenhänge unterscheidet Budke (2013, 25-27) drei Problemtypen: (1) Verständnis- und Wissenslücken, (2) Widersprüche und (3) Kompliziertheit. Eine Problemlösung definiert sich aus der Auflösung des Unverständnisses, der Erlangung von Bewertungssicherheit und dem Verständnis von komplexen Zusammenhängen.

Komplexe Probleme (im Geographieunterricht) in Mensch-Umwelt-Systemen sind häufig durch Dynamik, Vielzieligkeit, Vernetztheit, Intransparenz und Komplexität gekennzeichnet (Dittrich, 2016, 18-20). Probleme unterscheiden sich dementsprechend in der Schwierigkeit und Komplexität für Schüler*innen durch einen unterschiedlichen Grad an Bekanntheit der Mittel (z.B. Wirkung von Dosenpfand) zur Zielerreichung und der Klarheit der Kriterien (z.B. nachhaltige Reduktion des Plastikmülls) zur Bewertung einer Lösung (Dittrich, 2016, 19). Wegen der fehlenden Kriterien zur Bewertung einer Lösung sind komplexe Probleme in der Regel so genannte „schlecht definierte Situationen“ (Betsch et al., 2011, 139). Eine *schlecht definierte Situation* bedeutet, dass eine Bewertung der Richtigkeit eines möglichen Lösungsweges oder Lösungsentwurfes schwierig ist, da Klarheit über die Kriterien zur Evaluation fehlt oder aber eine Problemlösungsvariante nicht direkt evaluierbar ist. Newell & Simon (1972) bezeichnen den Weg vom Ausgangszustand (Problem), über diverse Zwischenzustände, in der eine Menge von Denkoperatoren vollzogen werden und eine Änderung von Wissensständen erfolgt, bis hin zum Zielzustand (Problemlösung) als „Problemraum“ („problem space“, Newell & Simon, 1972, 21). Die geforderte *Denkoperation*, diesen Problemraum zu bewältigen, wird als *problemlösendes Denken* (Betsch et al., 2011, 138) bezeichnet. Problemlösendes Denken ist aufgrund des Fehlens von Routinehandlungen (Betsch et al., 2011, 139) ein kreativer Prozess der heuristischen Suche nach Lösungsstrategien (Novick & Bassok, 2005, 326). Diese Heuristiken für das Schließen der Lücke zwischen Ist- und Soll-Zustand erfordern neben der

Enkodierung des Problems den Einsatz von Veränderungswissen, Kreativität, metakognitiven Fähigkeiten und schlussendlich eine Neukonstruktion von Wissensbeständen (Büttner, 2014, 153; Edelman & Wittmann, 2019, 181-191). Diese Neukonstruktion stellt die inhaltliche Überführung eines Ist-Zustandes (Problemfrage, Informationen im Material, Labilität des Ökosystems) in einen gewünschten Soll-Zustand (Reduzierung von unerwünschten Phänomenen) dar.

Geographische Kausalstrukturen, als kleinster Baustein des systemischen Denkens, sind Gegenstand sowie Ergebnis der Bewältigung eines komplexen Problemlösungsprozesses durch Schüler*innen. Dieser Problemlösungsprozess ist durch eine inhaltliche, sprachliche und strategische Dimension gekennzeichnet. Inhaltlich erfordert der Problemlösungsprozess die Identifizierung einer Vielzahl von Elementen und Relationen, die Entwicklung hochgradig vernetzter Kausalbeziehungen zwischen diesen Elementen und somit eine umfassende Repräsentation systemspezifischer Eigenschaften, Strukturen und Interaktionen (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2009, 544; Mehren et al., 2018). Diese komplexe Repräsentation der Systemorganisation und des Systemverhaltens (Mehren, Rempfler & Ulrich-Riedhammer, 2015, 30) ist Ausgangspunkt für die Lösung raumbezogener, komplexer Probleme. Sprachlich erfordert dies, wie oben bereits erwähnt, ein fachbezogenes sprachliches Register und eine fachbezogene Sprachbewusstheit. Fehlende sprachliche Mittel erschwert den Schüler*innen nicht nur das Verständnis für einen möglichen Soll-Zustand durch ein vermindertes Aufgabenverständnis oder Identifizierung von Elementen und Relationen bei der Analyse von Fachmedien, sondern eben auch die inhaltliche Überprüfung ihrer entwickelten geographischen Kausalstrukturen. Weiterhin benötigt es für den kompetenten Umgang mit diesem Wechselwirkungsverhältnis von Inhalt und Sprache zielgerichtete selbstregulative und selbstorganisatorische Fähigkeiten und Fertigkeiten, die die Ausdeutung der inhaltlichen Aspekte und deren sprachliche Repräsentation strategisch unterstützen.

2.5 Geographische Kausalstrukturen

2.5.1 Inhaltliche Merkmale von Kausalität im Geographieunterricht

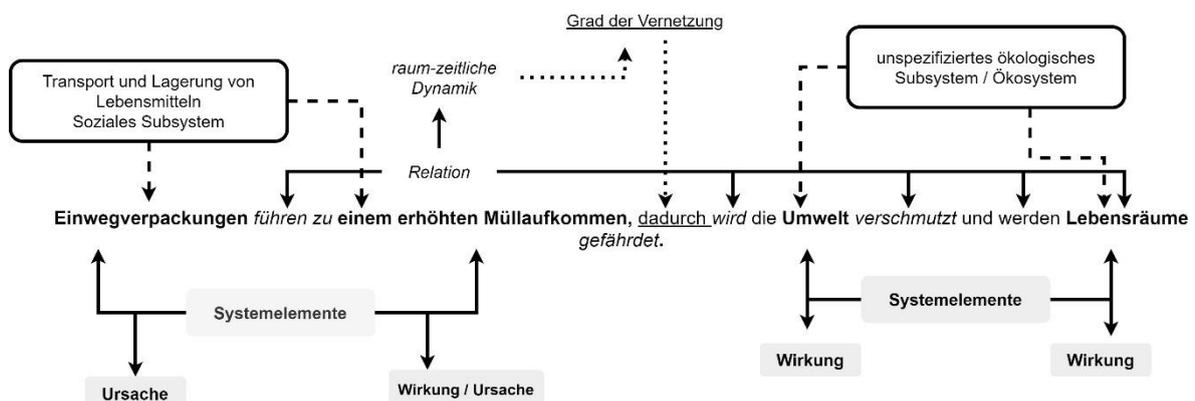
Als eine große Herausforderung für die Entwicklung des Forschungsvorhabens und Eingrenzung des Forschungsgegenstandes erwies sich die fehlende einheitliche terminologische Abgrenzung der Begriffe und Ansätze des vernetzten, systemischen oder kausalen Denkens in der deutschsprachigen Geographie(-didaktik) (vgl. Kaminske, 2001; Köck, 2001; Rempfler & Mehren, 2011; Rhode-Jüchtern, 2001; Rinschede & Siegmund, 2019). Bestehende Konzepte bzw. darauf basierende Unterrichtsprinzipien eint die Betrachtung von Beziehungen und Relationen von Kausalstrukturen im Rahmen der Untersuchung von Systemen, mit dem Ziel des Aufbaus einer mehrdimensionalen Systemkompetenz bei Schüler*innen (vgl. Kaminske; Köck, 2001; Mehren et al., 2018; Mehren,

Rempfler, Ulrich-Riedhammer et al., 2015; Rhode-Jüchtern, 2001). Im Rahmen des Forschungsprozesses hat sich der Terminus „geographische Kausalstruktur“ als überaus ergiebig und zielführend erwiesen, weshalb er im Folgenden gebraucht wird. Dieser umfasst und bezeichnet den kleinsten Baustein des systemischen Denkens, d.h. eine kausale „Wechselwirkungsgesamtheit“ (Köck, 2001, 9) zwischen mindestens zwei Elementen eines Mensch-Umwelt-Systems. Ein Beispiel für eine lineare geographische Kausalstruktur wäre zum Beispiel der Satz: „Wenn es regnet, wird der Boden nass“. Der Raumbezug bzw. die Bezogenheit der Kausalitäten auf räumliche Prozesse („regnen“), Strukturen „Klima-Boden“ und Funktionen „Wasserhaushalt“) kennzeichnen die untersuchten Kausalstrukturen als einen fachspezifischen geographischen Wirkungszusammenhang (DGfG, 2020; Rinschede & Siegmund, 2019). Bezugnehmend auf das Systemkompetenzmodell nach Mehren et al. (2018) sind geographische Kausalstrukturen, je nach Grad der versprachlichten systemischen Komplexität, in Dimension 1 (Systemorganisation und Systemverhalten) als auch in Dimension 2 (systemadäquate Handlungsoptionen) zu verorten. Sie sind somit Bestandteile verschiedener Kompetenzstufen des Modells zur Systemkompetenz (Mehren et al., 2018).

In Abbildung 6 werden die geographischen (inhaltlichen) Merkmale einer komplexen geographischen Kausalstruktur, welche der zentrale Analysegegenstand der vorliegenden Dissertation ist, vorgestellt (Abbildung 6). Die dargestellte geographische Kausalstruktur (Abbildung 6) integriert die in den Arbeiten von Ben-Zvi Assaraf & Orion (2009), Mehren et al. (2018), Fögele et al. (2020) und Müller (2016) definierten inhaltlichen Merkmale von Systemen. Aus einer fachbezogenen Sicht lassen sich geographische Kausalstrukturen je nach Form der Versprachlichung wie folgt nach drei Aspekten unterscheiden: (1) Nach der Anzahl der Elemente und Relationen (niedrig, mittel, hoch), (2) dem Vernetzungsgrad (monokausal, linear, komplex) und (3) der Repräsentation systemspezifischer Eigenschaften (Fögele et al., 2020, 84).

Abbildung 6

Geographische (inhaltliche Merkmale) einer geographischen Kausalstruktur (eigene Darstellung, nach Fögele et al., 2020; Müller, 2016; Heuzeroth & Budke, 2021a,391)



In Abbildung 6 handelt es sich um eine Kausalstruktur mit einer hohen Anzahl an Elementen (z.B. Einwegverpackungen, Umwelt, Lebensräume) und Relationen (z.B. Müllaufkommen in Relation zu Umwelt und Lebensräumen). Es handelt sich um eine komplexe, multikausale Kausalstruktur mit einem komplexen Vernetzungsgrad. Die Kausalstruktur bildet zudem spezifische Eigenschaften des sozialen Subsystems (z.B. Verpackungsart von Lebensmitteln) und unspezifische Merkmale ökologische Subsysteme, wie Ökosystem oder Lebensräume, ab. In vergleichbarer Weise charakterisiert Müller (2016) Bestandteile, Relationen und Charakteristika eines komplexen Systems. Nach Müller (2016, 37-39) konstituiert sich ein komplexes geographisches System aus Elementen (z.B. Einwegverpackungen, Umwelt) und dem Grad der Vernetzung zwischen diesen Elementen (z.B. Systemorganisation, Intensität der Umweltverschmutzung). Weiterhin werden Mensch-Umwelt-Systeme durch im Grad der Vernetzung ausgedrückte raum-zeitliche Dynamiken, d.h. zeitliche und räumliche Entwicklungen von systemischen Organisationsprozessen, definiert (z.B. Entwicklung der Verschmutzung und der Gefährdung von Lebensräumen; siehe auch Arndt, 2017; Mehren et al., 2014). Gerade die Betrachtung der raum-zeitlichen Dimension fachlicher Relationen, als Ausdruck der Art und Weise des Zusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung, ist hierbei von hoher Relevanz.

Geographische Kausalstrukturen bilden also dynamische, nicht statische, kausale Prozesse ab, die in einem zeitlichen Verlauf voranschreiten und einen funktionalen, fachspezifischen Zusammenhang zwischen Ursachen und Wirkungen beschreiben. Dieser Ursache-Wirkungs-Zusammenhang kann Ausdruck des Verursachungsprinzips (Relation von Ursache und Wirkung) oder des Kausalprinzips (eine Ursache ruft immer eine bestimmte Wirkung hervor) sein. Ursachen und Wirkungen können dabei sowohl wahrnehmbar als auch nicht sinnlich wahrnehmbar sein sowie direkt oder indirekt wirken. Wahrnehmbarkeit wird durch die Faktoren Zeit und Raum begrenzt. Eine Ursache, die tausende Kilometer entfernt ist (z.B. Vulkanausbruch in Island) und eine Wirkung hervorruft (z.B. Aschewolke, die den Start eines Flugzeuges in Frankfurt verhindert) kann direkt wahrgenommen (z.B. Beobachter des Ausbruches) oder indirekt wahrgenommen werden (z.B. Passagier des Flugzeuges, der von der Wirkung auf die Ursache schließt). Gerade die Wirkungsform (hier: Richtung, Stärke, Abhängigkeit einer fachlichen Relation) und die Wahrnehmbarkeit von Ursache und Wirkung stellen enorme Schwierigkeiten in der Entwicklung eines geographischen Konzepts von Kausalität bei Schüler*innen dar.

2.5.2 Grundlagen des Konzepts von Kausalität aus linguistischer Sicht

Grundlegend für eine Konzeptionalisierung von Kausalität durch Individuen ist die kognitive, damit sprachliche und mentale Konzeptionalisierung von Raum (Lasch, 2018, o.S.). Aus Sicht der kognitiven Linguistik erwächst Raum als eine *primäre Metapher* aus basalen, konkreten körperlichen

Raumerfahrungen. Als kognitive und sprachliche Quelldomäne liefert Raum Vorlagen und Schemata („Frames“), die zur Gliederung und Strukturierung komplexer, abstrakterer Bedeutungen genutzt und übertragen werden (Lakoff & Johnson, 2014, 85-89). Die Übertragung von Quelldimensionen (Raum) auf die Zieldimensionen (Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge) nennt man *conceptual mapping* (Blomberg & Jessen, 2018, 24). Die Kategorie „Raum“ ist dabei eine zentrale Grundlage für weiterführende sprachliche Konzepte, unter anderem auch Kausalität. Die Konstruktion von abstrakten Phänomenen wie Kausalität oder Zeit geschieht durch so genannte „spatiale Relationen“ (Lakoff & Johnson, 2014, 85-89; Lasch, 2021, o.S.). Eine spatiale, also räumliche Relation gibt an, in welcher Position sich ein Objekt oder Subjekt bezüglich eines Referenzobjektes im Raum befindet (Lasch, 2021, o.S.). Die Konzeptionalisierung bzw. Bedeutungskonstruktion von Raum ist somit gebunden an Erfahrung und sinnliche Wahrnehmung jener räumlichen Relationen. Wahrnehmung und Erfahrung ermöglichen eine Übertragung der konzeptionell konkreten und erfahrbaren Quelldomäne Raum auf eine abstrakte (Ziel-)Domäne wie Kausalität. Dies erfolgt auf Grundlage so genannter „konzeptionellen Metaphern“ (Lakoff & Johnson, 2011, 85). Unter einer konzeptionellen Metapher versteht man ein kognitives Phänomen, welches systematische konzeptionelle Verbindungen bzw. kognitive Strukturen und Dimensionen zwischen verschiedenen sprachlichen Konzepten herstellt. Der Begriff der Metapher umfasst dabei alle sprachlichen Phänomene, in denen Bedeutung übertragen wird, d.h. nicht die Stilfigur und ihre grammatikalische Funktion steht im Vordergrund, sondern deren Funktion für die Konstruktion von Realität (Kruse et al., 2011, 63). Kausalität ist aus sprachlicher Sicht also ein raumbasiertes Konzept und Ausdruck von Relationen bzw. Beziehungsstrukturen von Entitäten, Elementen, Dingen, die Schüler*innen mithilfe mentaler Modelle und deren inhaltlich-sprachlicher Bedeutung im mentalen Lexikon abspeichern.

2.5.3 Die linguistische Konstruktion des Konzepts der Kausalität in der Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen

Was bedeuten die Grundannahmen und bisherigen Forschungserkenntnisse für die Konstruktion von geographischen Kausalstrukturen? Nach Lakoff und Johnson (2011) entwickeln und generieren sich metaphorische Konzepte auf Grundlage bestehender mentaler Konzepte, die es wiederum ermöglichen, neue sprachliche Konzepte zu generieren (Rickheit & Strohner, 1992). Jedes Konzept hat dabei eine eigene Logik und spezifische Regeln (Grassinger, 2018, 77). Das Konzept Kausalität zum Beispiel hat Elemente oder Akteure, die zugleich Ursache oder Wirkung sein können. Dazu kommen Wirkungen, Wirkrichtungen oder Absichten von Akteuren, die in unterschiedlichen Graden der Vernetztheit und Rückkopplungen nicht immer klar in einer zeitlichen und wirkenden Reihenfolge vorkommen und damit nicht immer eindeutig zugeordnet werden können. Daraus leitet sich eine Reihe von nicht immer eindeutigen Schlussregeln für die Übertragung von konzeptionalisierten,

geographischen Begriffen (*Agenten*, z.B. Akteure, Systemelemente) ab (vgl. Kruse et al., 2011, Conrad, 2014). Schlussregeln sind Regeln für die Übertragung einer inhaltlichen Vorstellung eines Ursache-Wirkungs-Zusammenhanges auf andere fachliche Kontexte und deren mentale und sprachliche Konzepte. Sprache verweist nicht auf Objektivitäten, sondern auf intersubjektive Regeln und Relevanzen. Sprache ist demnach Ausdruck eines individuellen Denkmusters bzw. Ergebnis der kognitiven Übertragung der Gesamtheit des Wissens aller konzeptuellen Bestände von Inhalt und Sprache in Bezug zu Kausalität. Diese konzeptionellen Bestände sind stets subjektiv, d.h. jede*r Kommunikationsteilnehmer*in (Lehrer*innen und Schüler*innen) bringt unterschiedliche Wahrnehmungsmuster und Bedeutungskonstruktionen von Kausalität in die Rezeption und Produktion von Sprache und damit in die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen mit ein (vgl. Winterling, 2012, 104; Conrad, 2014). Die sprachlichen Merkmale geographischer Kausalstrukturen resultieren aus den Verweisstrukturen vorhandener inhaltlicher (geographischer) Domänen im mentalen Lexikon, d.h. sind Ergebnis von Erfahrungen und Übertragungen (Grassinger, 2018, 76-79). Für den Geographieunterricht heißt dies, dass im Rahmen der strukturierten (schulischen) Lernumgebung die Bedeutungskonstruktion von „Kausalität“ erfahrbar gemacht werden sollte, also ein ähnliches mentales (sprachliches) Konzept von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen, ausgehend von geographischen Inhalten und Problemen, entwickelt wird (vgl. Conrad, 2014, 84-85).

Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass die kognitive Linguistik davon ausgeht, dass Sprache das Denken weitestgehend (mit-)bestimmt und Ausdruck einer Konzeptionalisierung von Bedeutung raumbezogener Prozesse, Strukturen und Funktionen ist. (Körper-)Erfahrungen, Wahrnehmung, kausale Wissensbestände, Intersubjektivität und Raumzeitlichkeit sind Einflussfaktoren für die Entwicklung eines sprachlich mentalen Konzepts von Kausalität. Diese Einflussfaktoren bestimmen auch die Verbalisierungsprozesse geographischer Kausalstrukturen, sodass das sprachliche Konzept von Kausalität weitreichende Auswirkungen und Präkonzepte hervorbringt, die das geographische Fachkonzept von Kausalität entscheidend bedingen und beeinflussen. Demzufolge ist Sprache ein entscheidender Faktor auf dem Weg zu komplexen, kausalen, systemischen Denkprozessen.

2.5.4 Definition von geographischen Kausalstrukturen als Ergebnis der Versprachlichung geographischer Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge

Die Versprachlichung kausalen Denkens erfordert ein spezifisches inhaltsbezogenes Sprachregister (Kapitel 2.3). Es ist jeweils an eine spezifische Situation der Verwendung gebunden, die vom geographischen Inhalt und von dessen inhärenter Struktur vorgegeben wird (Maier & Ganteford, 2018, 242). Drei distinktive Ebenen bestimmen dabei eine kausale Verknüpfung aus linguistischer (und damit auch geographischer) Sicht: realweltliche (geographische) Zusammenhänge, Sprecherannahmen- und

-einstellungen (subjektive, mentale räumliche Konzepte) und die Sprechaktsituation (didaktischer Ort im Geographieunterricht; nach Sweetser, 2002, 76).

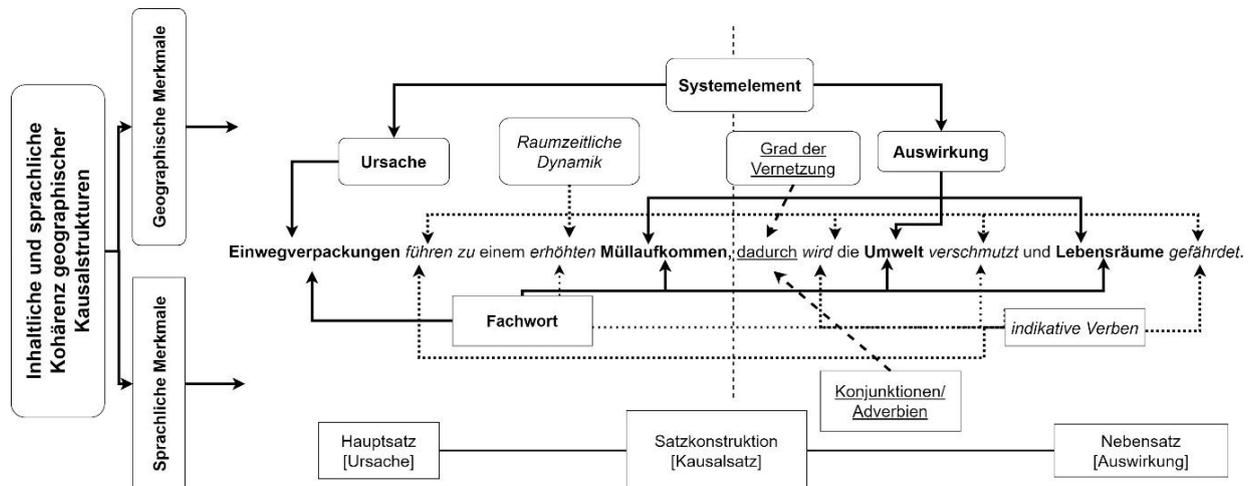
Eine geographische Kausalstruktur im Geographieunterricht wird üblicherweise durch einen Satz aus Fachbegriffen, Raumzeitlichkeit anzeigende Verben, Haupt-Nebensatz-Konstruktionen sowie Konjunktionen/Adverbien /Präpositionen gebildet. Im Folgenden sollen diese Elemente kurz vorgestellt werden (Breindl & Walter, 2009, 20-22). Inhaltbezogene geographische Fachwörter (z.B. "Destination") oder Phrasen, die aus Substantiven und Adjektiven bestehen (z.B. "touristisches Potenzial"), bezeichnen dabei die Systemelemente und deren räumliche Verortung. Verbkonstruktionen (z.B. "vermindern", "bedingen") oder Adverbialphrasen (z.B. "aufgrund des hohen Verbrauches...") drücken Zeit, Richtung und Stärke des kausalen Wirkungszusammenhanges aus, charakterisieren somit die Beziehungen zwischen den Elementen (Blühdorn, 2006, 256- 259; Labunde, 2018, 108). Gleichzeitig drücken Verben die Art und Weise der Abhängigkeit zwischen Ursache und Wirkung aus. Sie wirken als kausale Marker auf lexikalischer Ebene (Blühdorn 2006, 258-262). Im Folgenden werden jene, die Raumzeitlichkeit anzeigenden Verben, als raum-zeitliche Verben bezeichnet.

Die Verwendung von Adverbialsätzen in Haupt-Nebensatz-Konstruktionen ermöglicht die Kennzeichnung von Ursache und Wirkung auf Satzebene. Dabei gibt es unterschiedliche Satztypen mit spezifischen (kausalen) Merkmalen. Kausalsätze ermöglichen es, einen Grund ("Warum?") mit einer Folge zu verbinden. Konditionalsätze verbinden einen Grund mit einer Bedingung ("Unter welcher Bedingung?"). Konsekutivsätze verbinden eine Ursache mit einer Folge (Rödel, 2016, 328). Weniger gebräuchlich sind z.B. Konzessivsätze.

Eine gelungene kausale Sprachhandlung im geographischen Sinne ist inhaltlich und sprachlich kohärent. Sprachliche Kohärenz liegt vor, wenn eine räumliche, zeitliche und kausale Kodierung eine sprachliche Zuordnung von Ursache und Wirkung ermöglicht (Blühdorn, 2006, 280). Inhaltliche Kohärenz bedeutet, dass diese sprachliche Zuordnung einer Ursache zu einer Wirkung den aktuellen geographischen oder fachwissenschaftlichen Erkenntnissen entspricht.

Abbildung 7

Geographische und linguistische Merkmale multikausale Verknüpfungen (eigene Darstellung)



Im Beispiel handelt es sich um einen Kausalsatz. Der Nebensatz („*dadurch wird die Umwelt verschmutzt und die Lebensräume werden gefährdet*“) hat die Funktion, eine Folge für den Grund („*Einwegverpackungen führen zu einem erhöhten Müllaufkommen*“) im Hauptsatz ("Trägersatz") zu definieren (Hoberg & Hoberg, 2016). Der Nebensatz wird mit der (kausalen) Konjunktion „*dadurch*“ eingeleitet und drückt hier die Abhängigkeit zwischen Ursache (Müllaufkommen) und Wirkung (Umweltverschmutzung/ Gefährdung von Lebensräumen) aus. Die Verben „*führen*“, „*verschmutzen*“ und „*gefährden*“ verdeutlichen die Wirkrichtung, die räumlichen Auswirkungen und den Kausalzusammenhang zwischen zum Beispiel den Elementen „*Müll*“ und „*Lebensraum*“. Im Beispiel handelt es sich um eine multikausale geographische Kausalstruktur. Diese zeichnet sich durch das Vorhandensein eines Wirkungszusammenhanges von mindestens zwei Ursachen und einer Auswirkung oder aber einer Ursache mit mindestens zwei Auswirkungen aus. Multikausalität unterscheidet sich in Bezug zu monokausalen oder linearen (Wirkungs-) Kausalketten durch die Anzahl der verknüpften Systemelemente. Einerseits können Systemelemente unterschiedlicher Hierarchieebenen multikausal verknüpft werden (vgl. Fögele et al., 2020, 84-85). Andererseits können durch die geographischen Kausalstrukturen verschiedene Grade der Vernetztheit (z.B. Rückkopplungen) repräsentiert werden. Zudem können multikausale geographische Strukturen mehrere räumliche Einheiten und zeitliche Prozessdimensionen miteinander in Beziehung setzen (raum-zeitliche Dynamik, u.a. B. Müller, 2016, 45).

2.6 Bedeutung von Scaffolding für das fachsprachliche Lernen und Sprachbewusstheit im Geographieunterricht

Eine Vermittlung fachsprachlicher Redewendungen, Satzstrukturen und Fachwörter im Rahmen des sprachsensiblen Fachunterrichtes erhöht die fachbezogene Sprachbewusstheit und unterstützt damit das fachliche Lernen. Ihr Ziel ist das inhaltlich-sprachliche Verstehen eines komplexen Systems von Menschen und Umwelt mit unterschiedlichen Maßstabsebenen (lokal bis global) und mit unterschiedlichen Dimensionen (Prozess, Funktion, Struktur). Scaffolding kann in diesem Zusammenhang einen zielgerichteten Beitrag beim Aufbau von grundlegenden fach- bzw. bildungssprachlichen Sprachstrukturen leisten (vgl. Brooks, 2016; Gibbons, 2015; Heuzeroth, 2018; Morawski, 2019), um die inhaltlich-sprachlich kohärente Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen zu unterstützen.

Unter Scaffolding versteht man eine Form des zeitlich begrenzten, kooperativen (Schüler*innen-Schüler*innen/ Lehrer*innen-Schüler*innen) Lernens, das „Lerner*innen befähigt, neue Fähigkeiten, Konzepte und Verstehensleistungen zu entwickeln“ (Luft et al., 2015, 21). Scaffolding ist eine zielgerichtete und systematische Bereitstellung von Unterstützungsangeboten für das (bisher vorwiegend) sprachliche Handeln, die es den Schüler*innen durch so genannte Scaffolds (dt. „Baugerüste“) ermöglicht, die bei einer Lernaufgabe erforderten „kognitive[n] und metakognitive[n] Operationen“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW, 2021, o.S.) selbstständig zu bewältigen. Scaffolds eignen sich vor allem, um Lernende in ihren individuellen „fachsprachlichen Hürden“ und „inhaltlichen Lücken“ passgenau abzuholen und beim Erreichen der „Zone der nächstmöglichen Entwicklung“ (Vygotkskij & Cole, 1981, 240) zu unterstützen. Hierüber soll verhindert werden, dass Inhalt, Sprache oder ein Mangel an Strategien dem Erwerb neuer Kompetenzen im Wege steht.

Dem sprachlichen Ansatz folgend werden sprachliche Strukturen immer in einen „sinnstiftenden fachlichen Kontext“ (Leisen, 2013, 41) eingebettet. Dabei sollen die Lernenden anfangs ihre eigenen sprachlichen Ressourcen nutzen, um sich später auf neu gelernte sprachliche Mittel konzentrieren zu können (Leisen, 2013, 41). Ausgehend von diesem alltagssprachlichen Wissen soll eine bildungssprachliche „Konzeptionalisierungsfähigkeit“ hergestellt werden. Bei diesem Übergang von Alltagssprache zu kontextgebundener Fachsprache sollen Scaffolds helfen, die sprachlichen Handlungen nachhaltig, variabel und selbstständig durchführen zu können. Hierbei gilt es, Schüler*innen nicht nur dazu zu befähigen, das „knowing that“ (Was?) zu können, sondern auch das „knowing how“ (Wie?) zu erlernen (Kniffka, 2019, 1-3; Luft et al., 2015, 22).

Scaffolding kann auf unterschiedlichen Dimensionen unterrichtlichen Planens und Handelns Anwendung finden und als grundlegendes Prinzip des Unterrichtens verstanden werden. Im Rahmen

des Makroscaffolding (Planung von Unterricht) werden auf Grundlage der Berücksichtigung von Sprachstand (Lernstandsanalyse) und konkreten Sprachbedürfnissen (Bedarfsanalyse) der Lernenden fördernde sprachliche Anlässe bestimmt und durch adäquate Lernaufgaben, Materialentscheidungen u.Ä. in der Unterrichtsplanung artikuliert (Luft et al., 2015, 23-26). Makroscaffolding bildet den konzeptionellen Rahmen und ist Voraussetzung für ein sprachliche Kompetenzen entwickelndes, effektives Mikroscaffolding. Dieses wiederum bezeichnet die konkrete Unterrichtsinteraktion (u.a. Lehrersprache; überformende Reformulierungen, Operationen im Unterricht), im Rahmen dessen permanent versucht wird, die Planungen der Makroebene umzusetzen (Kniffka, 2019, 1-3; Luft et al., 2015, 23-26). Grundsätzlich lassen sich Input-orientierte Scaffolding-Techniken (Reaktivierung von sprachlichem Vorwissen durch Mindmaps, semantische Netze, Wortfelder) und Output-orientierte Scaffolding-Techniken (Bereitstellung von Schlüsselvokabular, Redewendungen, Lexik für fachunterrichtliche Arbeitstechniken, z.B. Arbeit mit Karten, Diagrammen, etc.) unterscheiden (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW, 2021, o.S.). Zentrales Ziel der Anwendung des Prinzips des Scaffoldings ist eine adäquate Planung und Organisation differenzierender, sprachfördernder Lernaufgaben mit unterschiedlichen Sprach- und Inhaltsniveaus, die individuelle Lerntempos ermöglichen, Sprachbarrieren abbauen und die Entwicklung von Lernstrategien ermöglichen. Morawski (2019, 140-143) stellt fest, dass Scaffolding-Techniken bisher nur wenig im monolingualen Geographieunterricht Einzug gehalten haben, um inhaltliche und sprachliche Komplexität durch unterstützende Angebote zu reduzieren. Scaffolds können dabei sowohl inhaltliche, sprachliche, als auch strategische Barrieren überwinden helfen. Deswegen wird in der vorliegenden Arbeit der sprachliche Unterstützungsansatz auf eine strategische Dimension erweitert, um die inhaltliche Erschließung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen beim Problemlösen zu unterstützen.

2.7 Die Bedeutung von Mehrsprachigkeit für das fachsprachliche Lernen – Eine Ressource für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen?

2.7.1 Mehrsprachigkeit und deren Formen der Ausprägung

Mehrsprachigkeit ist allgegenwärtig, sei es im Alltag durch Reklamen und Werbetafeln mit Anglizismen oder in sozialen Medien wie Instagram oder Snapchat. Mehrsprachigkeit ist auch in der Popmusik zu finden, egal ob man französische Chansons oder englischsprachigen Hip-Hop hört. Die verschiedenen Formen des Gebrauchs von mehr als einer Sprache durchdringen direkt oder indirekt alle Facetten des Lebens der Schüler*innen, von mehrsprachigen sozialen Settings (Gruppen) bis hin zu mehrsprachigen Individuen (Singleton et al., 2013, 4). Gerade in der Realisierung der kognitiven und kommunikativen Funktion von Sprache (Abbildung 5, Kap. 2.2.), könnte die Nutzung mehrsprachiger Ressourcen von Lerner*innen im Rahmen eines sprachsensiblen Geographieunterrichts, die Entwicklung eines fachsprachlichen Registers sowie die Entwicklung fachbezogener Sprachbewusstheit fördern. Dabei gibt es kein einheitliches Konzept der Mehrsprachigkeit. Grob wird zwischen interner und externer Mehrsprachigkeit unterschieden (Franceschini, 2011, 345-346). Beide Bereiche werden in der Folge kurz skizziert.

Externe Mehrsprachigkeit bezeichnet eine gesellschaftliche Situation, in der neben der Standard- oder Landessprache mehrere Sprachen gesprochen werden (Maher, 2017, 3). Hu (2010, 124) beschreibt externe Mehrsprachigkeit als "additive Koexistenz verschiedener Sprachen in einer Gesellschaft", laut Gogolin (Gogolin, 2013, 342) handelt es sich um die "Koexistenz einer oder mehrerer Hauptkommunikationssprachen". Dazu gehören Aspekte der sozialen und institutionellen Mehrsprachigkeit (z.B. mehrere Sprachen in staatlichen Institutionen wie Schulen; Garibova, 2018, 30-32). Herkunftsbezogene Heterogenität sowie räumlich verwandte Sprachvarietäten und Dialekte bestimmen in der Regel auch die Mehrsprachigkeit in einer Gesellschaft. Eine Sonderform externer Mehrsprachigkeit ist die Diglossie. Diese umschreibt eine Form der Zweisprachigkeit, bei der eine Sprachform die Standardsprache darstellt, während die andere im täglichen Gebrauch, in informellen Texten verwendet wird. Ein bekanntes Beispiel für eine Diglossiesituation ist die sprachliche Realität in der deutschsprachigen Schweiz.

Interne Mehrsprachigkeit, auf die sich in dieser Arbeit fokussiert wird, bezieht sich auf Individuen, die mehr als eine Sprache separat oder gemischt verwenden, mit unterschiedlichen Graden an Kompetenz (Maher, 2017, 3). In ihrem kognitiven System sind mehrere Sprachen zu "innerer Mehrsprachigkeit" interagierend vernetzt („Plurilinguismus“, Hu, 2010, 214). Dies bedeutet aber gleichzeitig, dass Individuen viele eigene Variationen einer oder mehrerer Sprachen generieren (Oomen-Welke & Dirim, 2013, 8). Lüdi und Nelde (2004, VIII) definierten Mehrsprachigkeit als "ein Repertoire, das [Individuen] ermöglicht, alltägliche Kommunikationsbedürfnisse, sowohl mündlich als

auch schriftlich, in verschiedenen Situationen und abwechselnd in mehreren Sprachen zu befriedigen". Herdina und Jessner (2002, 107-109) erklären den Erwerb und die Anwendung verschiedener Sprachen in ihrem „dynamischen Modell der Mehrsprachigkeit (DMM)“ ungefähr so: Sprachen werden als komplexe, interagierende und adaptive Systeme verstanden, die sich gegenseitig beeinflussen und zudem von externen Faktoren beeinflusst sind (vgl. auch Jessner & Allgauer-Hackl, 2015, 212). Ein mehrsprachiges Individuum verfügt dabei über das linguistische Wissen und die kontextuelle/soziale Erfahrung zu entscheiden, wie und wann eine domänenspezifische Sprache in einer sozialen Situation angemessen ist (Trim, 2013, 17).

Darüber hinaus gibt es Unterschiede zwischen den Arten von Mehrsprachigkeit. Diese stehen im Zusammenhang mit dem Alter der Sprecher*innen bei Beginn des Spracherwerbs einer weiteren Sprache sowie der Intensität und dem Verlauf des Erwerbsprozesses. Ob der Erwerbsprozess natürlich oder kontrolliert, kombiniert oder koordiniert, simultan oder sukzessiv erfolgt, hat ebenfalls Einfluss auf die Entwicklung der internen Mehrsprachigkeit (Bot, 2018, 19). Die Unterschiede in den Erwerbsprozessen sind Gründe für die asymmetrischen Kompetenzniveaus Mehrsprachiger in einzelnen Sprachen (L1-L_n). Asymmetrisch bedeutet dabei, dass Sprecher*innen einzelne Sprachen in der Regel unterschiedlich gut beherrschen. Müller et. al (2011, 15-21) begründen diese Unterschiede mit einer domänenspezifischen Entwicklung, basierend auf der Häufigkeit des Gebrauchs, der Angemessenheit des Einsatzes und der Sinnhaftigkeit des Einsatzes einer anderen Sprache. Folglich sind mehrsprachige Sprecher*innen je nach Situation, Inhalt und Zielgruppe besser oder schlechter in der Lage, in verschiedenen Sprachen zu kommunizieren.

2.7.2 Mehrsprachige Ressourcen und Strategien für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Inwieweit die Ressourcen mehrsprachiger Schüler*innen einen Mehrwert für den Geographieunterricht im Allgemeinen sowie für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen im Besonderen darstellen, soll im Folgenden auf Grundlage des aktuellen Forschungsstandes theoretisch erörtert werden.

Nach Cook (1992) haben mehrsprachige Lernende eine Art „Multikompetenz“ (Cook, 1992, 558), die sich in einer sprachlichen, kognitiven, interkulturellen und kommunikativen Dimension ausdrückt. Auf der Grundlage früherer Studien und vorhandener Theorien lassen sich folgende Potenziale dieser Multikompetenz für den Fachsprachenerwerb (hier kausale Sprachhandlungen) identifizieren:

In einer *sprachlichen Dimension* identifiziert Jessner (Jessner, 2017, 2018, 35-37) eine erhöhte Sprachhandlungsfähigkeit von mehrsprachigen Lernenden durch ein erhöhtes *metalinguistisches* und *interlinguistisches Bewusstsein*. Andere Autor*innen erklären und begründen die sprachlichen

Kompetenzen Mehrsprachiger mit dem Konzept des „*translanguaging*“ (Lewis et al., 2012; Vogel & García, 2017, 5). Translanguaging ist die dynamische und funktional integrierte Verwendung verschiedener Sprachen und Sprachvarietäten, vor allem aber ein Prozess der Wissenskonstruktion, der über die Sprache(n) hinausgeht (Li, 2018, 15). Beide Ansätze verweisen auf ein linguistisches und kognitives Metasystem, welches Mehrsprachige befähigt, durch stetige Monitoringprozesse flexibler, kreativer und situativ angemessener als monolinguale Lernende zu kommunizieren (Jessner, 2006, 89). Manifest werden diese Metasysteme und Monitoringprozesse durch Code-Mixing und Code-Switching Strategien. Code-Mixing bezeichnet eine lexikalische, syntaktische Verschmelzung verschiedener Sprachen. Code-Switching hingegen bezeichnet den Sprachwechsel unter Beibehaltung lexikalischer und syntaktischer Strukturen (Riehl, 2002,63-65; 2019b, 1-3). Nach Gogolin (2013) und Wildemann et al. (2020) führt das linguistische Metasystem bei einer Mehrheit der Mehrsprachigen zu einem erweiterten syntaktischen und semantischen Verständnis sowie zu einem ausgeprägten lexikalischen Wissen, je nachdem, welche Sprache(n) aktiviert und genutzt werden (*language mode*, Dunn & Fox, 2014, 8; Grosjean, 2013, 9). Nach Jessner (2017, 24-25) befähigt Mehrsprachige im Vergleich zu Einsprachigen, komplexer mit Sprache zu arbeiten, d.h. passende Fachwörter oder Verb- oder Satzkonstruktionen zu finden oder Fehler zu identifizieren („*Sprachmanagement*“). Auch sind sie besser in der Lage, beim Spracherwerb mentale Konzepte von Begriffen zu entwickeln oder sprachliche Fertigkeiten zu konservieren oder auszubauen („*Sprachpflege*“). Durch eine bewusstere Kontrolle und Steuerung der Sprachproduktion sowie des Sprachrepertoires können Mehrsprachige im Vergleich zu Einsprachigen Inhalt, Bedeutung und Sprache möglicherweise kohärenter konstruieren (Schramm, 2010, 214). Ein Nebeneffekt multilingualer Unterrichtssequenzen ist die Verringerung sprachlicher Monitoringprozesse durch freien Sprachgebrauch. Nach Riehl (2002, 74-75) erfolgt durch den Wegfall der externen Sprachkontrolle eine geringere notwendige interne Sprachkontrolle bzw. ein geringeres Sprachmonitoring bezüglich der Frage, welche Sprache gerade verlangt wird. Durch das Zulassen natürlicher Mischformen werden dann kognitive Ressourcen frei, sodass Lernende ihre Aufmerksamkeit verstärkt in die Problemlösung und Aufgabenbearbeitung investieren können. Dies erhöht nicht nur die Wahrscheinlichkeit erfolgreichen Lernens von Fachsprache, sondern auch das Lösen von sprachbasierten, komplexen, problemorientierten Aufgaben (vgl. auch Chamot, 2004).

In einer *kognitiven Dimension* besitzen Mehrsprachige eine so genannte „*transformative Kapazität*“ (Li, 2018, 27). In Folge der kontextbezogenen, wechselnden Nutzung verschiedener Sprachsysteme und -strukturen sowie der damit verbundenen Nutzung verschiedener Bedeutungssysteme (Abb. 9), wirkt Mehrsprachigkeit intensiv auf inhaltliche und sprachliche Kognitionsprozesse bei Schüler*innen (Li, 2018, 27). Lewis et. al. (2012, 649-652) betonen, dass durch diese transformative Kapazität die kognitiven Verarbeitungsfähigkeiten, speziell beim Hören und

Lesen, gefördert werden. Zudem steigert das multilinguale Sprachsystem von Mehrsprachigen die Zuordnung und Integration von neuem Wissen in bereits vorhandene Wissensstrukturen (Assimilation), aber auch die funktionale Veränderung von vorhandenen Wissensbeständen durch neue Informationen (Akkommodation) im mentalen Lexikon (Neveling, 2010, 217). Bei der Konstruktion und Speicherung von Bedeutung, durch die Zuordnung von Sprache zu Inhalt, wird bei Mehrsprachigen Bedeutung und Sprache nicht nur übersetzt, sondern es findet auch eine Suche nach parallelen sprachlichen Ausdrücken in der Zweit- (L2) und Drittsprache (L3) statt. Dieser interne, kognitive Sprachwechsel zwischen und in Sprache(n) erhöht möglicherweise die Übermittlung von Bedeutung und das Verständnis lexikalischer und syntaktischer Strukturen im mentalen Lexikon. Diese „Sprachvernetzung“ durch Sprachwechsel steigert die kognitive Verarbeitungstiefe und damit die Vernetzung im mentalen Lexikon (Schüler-Meyer et al., 2019, 173). Die Fähigkeit zur Vernetzung und (Re-) Organisation von Wissensbeständen wirkt sich positiv auf den Lernprozess aus (u.a. Mazak, 2017, 2-5). Sprachbewusstheit erleichtert die Selektion von Informationen aus dem Gedächtnis, die für Kommunikation in gesprochener und schriftlicher Form benötigt werden (Roche, 2018b, 65-66). Darüber hinaus wird oft darauf verwiesen, dass mehrsprachige Lernende eine erhöhte Kreativität bei Problemlösungsprozessen zeigen (Jessner & Allgauer-Hackl, 2015, 212). Jessner (2017, 26-27) weist darauf hin, dass Mehrsprachige, im Vergleich zu Einsprachigen, ausgeprägtere analytische Fähigkeiten aufweisen. Bialystok (2003) kam schließlich zu dem Ergebnis, dass eine erhöhte sprachliche Aufmerksamkeit zu einer verstärkten und komplexeren Aktivierung mentaler Repräsentationen bereits erlernter, anderssprachlich kodierter Informationen führt (siehe dazu auch Prediger & Redder, 2020). Diese verstärkte Aktivierung des Vorwissens erhöht die Wahrscheinlichkeit für mehrsprachige Schüler*innen, Aufgaben zu verstehen sowie komplexe Probleme zu lösen, diese zu versprachlichen und sie in Alltagskontexte einzubinden/zu transferieren (Bialystok, 2003, 204; Prediger et al., 2019, 3).

In einer *interkulturellen Dimension* führt Mehrsprachigkeit im Unterricht zu einer positiven *Wertschätzung* der Herkunft und der Familiensprachen der Lernenden. Mehrsprachigkeit im Unterricht fördert somit auch in einer positiven Weise die *Identitätsbildung* und *Persönlichkeitsentwicklung* (Fürstenau, 2011, 25, 36; Weissenburg, 2018) von Schüler*innen, was ein positives Selbstwertgefühl zur Folge hat. Auch werden herkunftsbedingte Erfahrungen, Perspektiven und Einflussfaktoren zum Gegenstand von Lehr-Lernprozessen im multilingualen Unterricht (Mayr, 2020, 54-55). Dies stärkt lernrelevante Emotionen, die Einfluss auf die volitionale und metakognitive Steuerung des Lernverhaltens durch die Schüler*innen haben. Weiterhin haben mehrsprachige Unterrichtssequenzen positive Auswirkungen auf die Lernmotivation, die Nutzung kognitiver Ressourcen sowie Strategien der Informationsaufnahme und -speicherung (Pekrun & Schiefele, 1996, 153-180). Allein die Berücksichtigung sprachlicher Pluralität wirkt also positiv auf fachliches und

interkulturelles Lernen (Bredella, 2010, 125). Darüber hinaus stehen sprachen- und kulturtypische Konzeptualisierungen und Denkweisen für das Elaborieren fachlicher Inhalte und damit für das fachliche Lernen zu Verfügung (Schüler-Meyer et al., 2019, 2-3).

In einer *kommunikativen Dimension* erhöht Mehrsprachigkeit die Sprachbewusstheit (language awareness; James & Garrett, 1991). Bredthauer (2018) betont die soziale Dimension mehrsprachiger Unterrichtssequenzen. Die *Motivation* zum Sprachenlernen und zur aktiven Teilnahme am Unterricht wird bei Schüler*innen erhöht. Dies wiederum verstärkt die soziale und damit auch die kommunikative Aktivität von Lernenden. Gnutzmann (2010, 16-17) konstatiert, dass Sprachbewusstheit zu einer erhöhten *kommunikativen Sensibilität* und zu metapragmatischen Fähigkeiten führt. Auer (2009, 108) stellt fest, dass sprachenintegrierende Code-Mixing- und Code-Switching-Strategien eine erhöhte Diskurs- und Interaktionsfähigkeit Mehrsprachiger ermöglicht. Beides führe nach Mayr (2020, 18) möglicherweise zu einer verbesserten Sprachhandlungsfähigkeit der mehrsprachigen Schüler*innen. Mehrsprachige können sich durch Ihre „pragmatische Sensibilität“ (Jessner, 2006, 104), besser als Einsprachige, auf die Sprachbedürfnisse ihres Gegenübers einstellen. Eine Berücksichtigung schüler*innenbezogener Mehrsprachigkeit bei der Unterrichtsplanung wäre nach Bredthauer (2018, 284) letztlich nur eine weitere Dimension schüler*innenorientierter, intern differenzierter, individueller, inklusiver und ressourcenorientierter Lernsettings.

2.8 Metakognition

2.8.1 Metakognition und komplexes Problemlösen – Problemlösungsbewusstheit als strategische Ressource für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Ein vielversprechender Ansatz, um die Barrieren und Hindernisse der Dimensionen Inhalt, Sprache und Strategie zu vermindern, ist die Förderung metakognitiver Fähigkeiten von Schüler*innen. Unter Metakognition wird die Bewusstmachung des deklarativen (inhaltlichen) Wissens, des so genannten „*Metawissens*“ oder „*Metamemory*“ sowie die Bewusstheit um das prozedurale, d.h. strategische, Wissen so genannter *Metastrategien*, verstanden (Flavell et al., 1970, 904; Flavell, 1979; Hasselhorn, 1992, 37-41; Lockl & Schneider, 2007, 149-153; Shaughnessy et al., 2008; Veenman, 2015).

Im Folgenden werden unter metakognitiven Methoden, Unterrichtsmethoden für den Einsatz im Geographieunterricht verstanden, das deklarative und strategische Wissen sowie regulative und reflexive Prozesse von Schüler*innen unterstützen bzw. fördern. Das Ziel metakognitiver Methoden ist es, eine inhaltliche und sprachliche Konzeptualisierung systemischen Denkens für die Reduktion und Konstruktion komplexer Wirkungszusammenhänge zu unterstützen (vgl. Hmelo-Silver et al., 2017). Weiterhin sollen jene Methoden, die dafür erforderlichen selbstregulativen deklarativen und prozeduralen Kognitions- und Organisationsprozesse bei Schüler*innen entwickeln helfen (Jacobson &

Wilensky, 2006, 21-22; Köck, 2004, 46). Die Konstruktion komplexer geographischer Kausalstrukturen durch Schüler*innen im Geographieunterricht kann möglicherweise durch die Vermittlung und Anbahnung metakognitiver Strategien gefördert werden, da dieser Einfluss auf alle Phasen des Problemlösungsprozesses haben, u.a. die der Zielklärung, der Selbstinstruktion, Selbstevaluation und Kontextualisierung (Hattie, 2012, 104-106; Lavery, 2008).

Vor der Aufgabenbearbeitung könnte die Bereitstellung entsprechender metakognitiver Methoden Schüler*innen darin unterstützen, die inhaltlichen und situativen Problemkontexte zu klären (Transparenz, Funke, 2012, 684), indem z.B. das domänenspezifische Vorwissen aktiviert, die Aufgabenstellung verstanden und die Klärung des Ziels (Soll-Zustand, s.o.) unterstützt werden (Encodierung, u.a. Novick & Bassok, 2005, 322; Pfister et al., 2017, 342). Metakognitive Strategien könnten Schüler*innen dabei unterstützen, die Dynamik, Vielzieligkeit, Vernetztheit, Intransparenz und Komplexität von Problemen zu verstehen. Gleichzeitig können diese sehr positive Effekte auf die Emotionen (z.B. subjektive Einstellungen und Erfahrungen zum Thema) und die Motivation von Schüler*innen haben (Brandstätter et al., 2018). Die dadurch bedingte Aufmerksamkeit (und Aufmerksamkeitssteuerung) bzw. Erhöhung der Konzentrationsfähigkeit (Betsch et al., 2011, 138-141) könnte entscheidenden Einfluss auf eine erfolgreiche Bewältigung des Problemlösungsprozesses und damit die Entwicklung multikausaler, komplexer geographischer Kausalstrukturen nehmen (Dunlosky et al., 2021, 22-23).

Während des Problemlösungsprozesses können metakognitive Strategien zu einer effektiven Überwachung und Steuerung von Kognition und Strategieranwendung (exekutive Komponente; Brown & DeLoache, 1978, 28-32) führen. Dadurch werden vorhandene Wissensstrukturen und strategische Ressourcen für den Prozess und die Lösung eines Problems bei den Schüler*innen aktiviert (Mittel-Ziel-Analyse; U. Schmid & Funke, 2013, 338-339). Es ist davon auszugehen, dass durch die aktivierten Wissensstrukturen und Ressourcen die Fähigkeiten der Schüler*innen zur Auswahl, Kategorisierung und Kombination (Selektion) vorhandener Informationen (Systemelemente, Kausalbeziehungen) nach Relevanz erhöht werden. Dadurch können problembezogene, relevante Systemelemente und deren kausale Struktur aller Voraussicht nach eher erkannt werden. Werden einzelne Systemelemente erkannt, unterstützen metakognitive Strategien vermutlich die Identifikation zielbezogener Kombinationsmöglichkeiten von systemischen kausalen Relationen und die Identifikation von Richtung und Stärke der Wechselbeziehungen. Diese Identifikation wäre ein Ergebnis des (metakognitiven) zirkulären Abgleiches von vorhandenen internen inhaltlich-sprachlichen Kausalvorstellungen und -modellen sowie möglichen Problemlösungsvarianten, die dem Ziel, die Distanz von Ist- und Ziel-Zustand zu verringern, zuträglich sind (Davidson et al., 1996, 212-214; Funke, 2012).

Durch einen zielführenden Einsatz metakognitiver Strategien nach Lavery (2008) die Organisation und Transformation von Wissen unterstützt. Dies geschieht durch eine Strukturierung des Problemlösungsprozesses sowie den Zugriff auf das konzeptionelle Wissen der Schüler*innen. Zentraler Aspekt dabei sind die bei den Lernenden vorhandenen Strategien, aus den gegebenen inhaltlichen Informationen und Lösungsoptionen eine Auswahl zu treffen (vgl. Jungermann et al., 2010), die aufgrund bestimmter subjektiver Heuristiken oder auch klar definierter Handlungs- und Denkmuster stattfindet. Im Prozess der Metakognition werden diese Heuristiken eher aktiviert und in Bezug auf die Anforderungen des geographischen Problems, in Verbindung mit den vorhandenen fachlichen und sprachlichen Ressourcen der Schüler*innen, wiederholt abgestimmt (Flavell, 1979, 908). Die Schüler*innen könnten folglich besser in der Lage sein, die Entwicklung komplexer multikausaler Kausalstrukturen zu überwachen und das Ergebnis, die sprachlich korrekte Repräsentation inhaltlicher (geographischer) Beziehungen, zu kontrollieren und ggf. zu korrigieren (Vuorre & Metcalfe, 2021, 19).

Bisher ist jedoch weitgehend unerforscht, wie eine lernwirksame Trias aus Motivation, Kognition und Metakognition (Short & Weissberg-Benchell, 2012, 57-59) für die erfolgreiche Entwicklung komplexer geographischer Kausalstrukturen im Geographieunterricht konzipiert sein sollte. Gerade die Wirksamkeit metakognitiver Strategien auf die Entwicklung komplexer geographischer Kausalstrukturen im Rahmen des Denkens in Mensch-Umwelt-Beziehungen ist bisher kaum erforscht. In der deutschsprachigen Geographiedidaktik spielt Metakognition und Reflexion von Lern- und Lösungswegen spätestens seit der Publikation „Diercke - Denken lernen mit Geographie“ von Schuler, Vankan & Rohwer (2017) eine zentrale Rolle. Koch & Laske (2014, 12) empfehlen den Einsatz von Metakognition im Geographieunterricht im Rahmen des komplexen Problemlösens in Bezug zur Reflexion von Aufgaben, Strategien, der eigenen Leistung und der Zusammenarbeit mit anderen. Metakognitive Methoden zur Förderung von Prozessstrategien und selbstgesteuerten Lernens im Rahmen des Problemlösens stammen zum Beispiel von Koch (2012, 29-30; PDR-Problemlöserad). Einschränkend muss angemerkt werden, dass es sich weitestgehend nur um theoretisch angenommene und aus anderen Disziplinen abgeleitete oder entlehnte Konzepte handelt.

2.8.2 Sprachbewusstheit und Metakognition – Einflussfaktoren auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Sprachbewusstsein und Metakognition beeinflussen zugleich den Lernprozess und auch den Lernerfolg der Schüler*innen (Hasselhorn & Gold, 2013, 95-99; Jessner, 2018). Dieser Zusammenhang stellt das verbindende „Scharnier“ der einzelnen Teilstudien der vorliegenden Dissertation dar. Sprachbewusstsein (Language Awareness) wird "als explizites Wissen über Sprache und als bewusste Wahrnehmung und Sensibilität beim Sprachenlernen, Sprachunterricht und Sprachgebrauch [...]"

definiert (ALA, 2012, zitiert nach Finkbeiner & White, 2017, 7). James und Garrett (1991, 12-20) erweitern den Ansatz der Sprachbewusstheit zu einem allgemein pädagogischen Ansatz. Sie erarbeiteten Merkmale, bestehend aus fünf zentralen Domänen, die in Addition das Konzept der Sprachbewusstheit konstituieren (Wolff, 2010). Folgende Dimensionen werden unterschieden (James & Garrett, 1991, 12-20; 2014; zitiert nach Wolff, 2010, 184-185):

1. Die *kognitive Domäne*, in der es um die Entwicklung von Bewusstheit für Muster, Kontraste, Kategorien, Regeln und Systeme geht.
2. Die *Domäne der Performanz*, in der es um die Herausbildung einer Bewusstheit für die Verarbeitung von Sprache, aber auch um die Herausbildung einer Bewusstheit für das Lernen im Allgemeinen und das Sprachlernen im Besonderen geht. Für Letztere wird auch der Begriff Sprachlernbewusstheit gebraucht.
3. Die *affektive Domäne*, die sich auf die Herausbildung von Haltungen, Aufmerksamkeit, Neugier, Interesse und ästhetisches Einfühlungsvermögen bezieht.
4. Die *soziale Domäne*, in der es um die Entwicklung von Verständnis für andere Sprachen, um Toleranz für Minoritäten und ihre Sprachen geht.
5. Die *Domäne der Macht*, die sich auf das Vermögen, Sprache im Hinblick auf die ihr unterliegenden Möglichkeiten der Beeinflussung und Manipulation anderer zu durchschauen, bezieht.

Für die Ausbildung von Sprachbewusstheit braucht es eine Bewusstmachung deklarativen (d.h. inhaltlichen) und prozeduralen (d.h. strategischen) Wissens (Lockl & Schneider, 2007, 255) – also Metakognition. Durch Metakognition machen Schüler*innen ihre Lernprozesse (und Sprache) zum Gegenstand ihres Denkens. Dadurch lernen sie diese zu kontrollieren und zu steuern (Schramm, 2010, 218). Metakognitive Prinzipien und Phasen im Unterricht haben eine zentrale Funktion für die Entwicklung von Sprachbewusstheit und damit von fachsprachlichen Fähigkeiten (Gombert, 1992; Haukas, 2018, 14). Sprachbewusstsein ist somit für die Sprachförderung im Fach Geographie von zentraler Bedeutung (Morawski et al., 2017, 83-97; Morawski & Budke, 2017, 77). Verbesserte Sprachfähigkeiten ermöglichen und verbessern inhaltsbezogene Lernprozesse (Allemann-Ghionda et al., 2010, 11; Michalak & Müller, 2017). Komplexere Sprachfähigkeiten lassen zudem komplexere Denkoperationen zu und führen zu komplexeren Sprachproduktionen (Oleschko et al., 2016, 15). Sprachbewusstheit ist auch ein zentrales Instrument, um Sprachdefizite zu erkennen, Entwicklungsziele zu formulieren und Strategien zur Behebung von Defiziten zu erlernen und anzuwenden (Haukas, 2018, 19).

Mehrsprachigkeit hat einen positiven Einfluss auf die Entwicklung von Sprachbewusstsein und metakognitiven Strategien – dies konnten Hauska (2018) und Jessner (2006, 2017, 2018) herausarbeiten. Dieser positive Befund ist für die vorliegende Arbeit besonders relevant. Die Vermutung liegt nahe, dass die Nutzung der mehrsprachigen Ressourcen der Lernenden sowie der Einsatz multilingualer Materialien oder die Durchführung multilingualer Unterrichtssequenzen im Geographieunterricht – durch bewusste Sprachwahl und Sprachvergleiche – eine verstärkende Wirkung auf die Entwicklung von Sprachbewusstheit besitzen (Jessner, 2017, 24-25). Mehrsprachigkeit, Sprachbewusstheit und metakognitive Fähigkeiten sind somit wechselseitig stark miteinander vernetzt, was sich positiv auf die Entwicklung kausaler Sprachkompetenzen auswirken könnte. Weiterhin könnte dies bedeuten, dass über ein erhöhtes Maß an metakognitiven Fähigkeiten der Schüler*innen nicht nur Domänen der Sprachbewusstheit und damit das fachsprachliche Lernen unterstützt, sondern auch inhaltliche Barrieren vermindert werden.

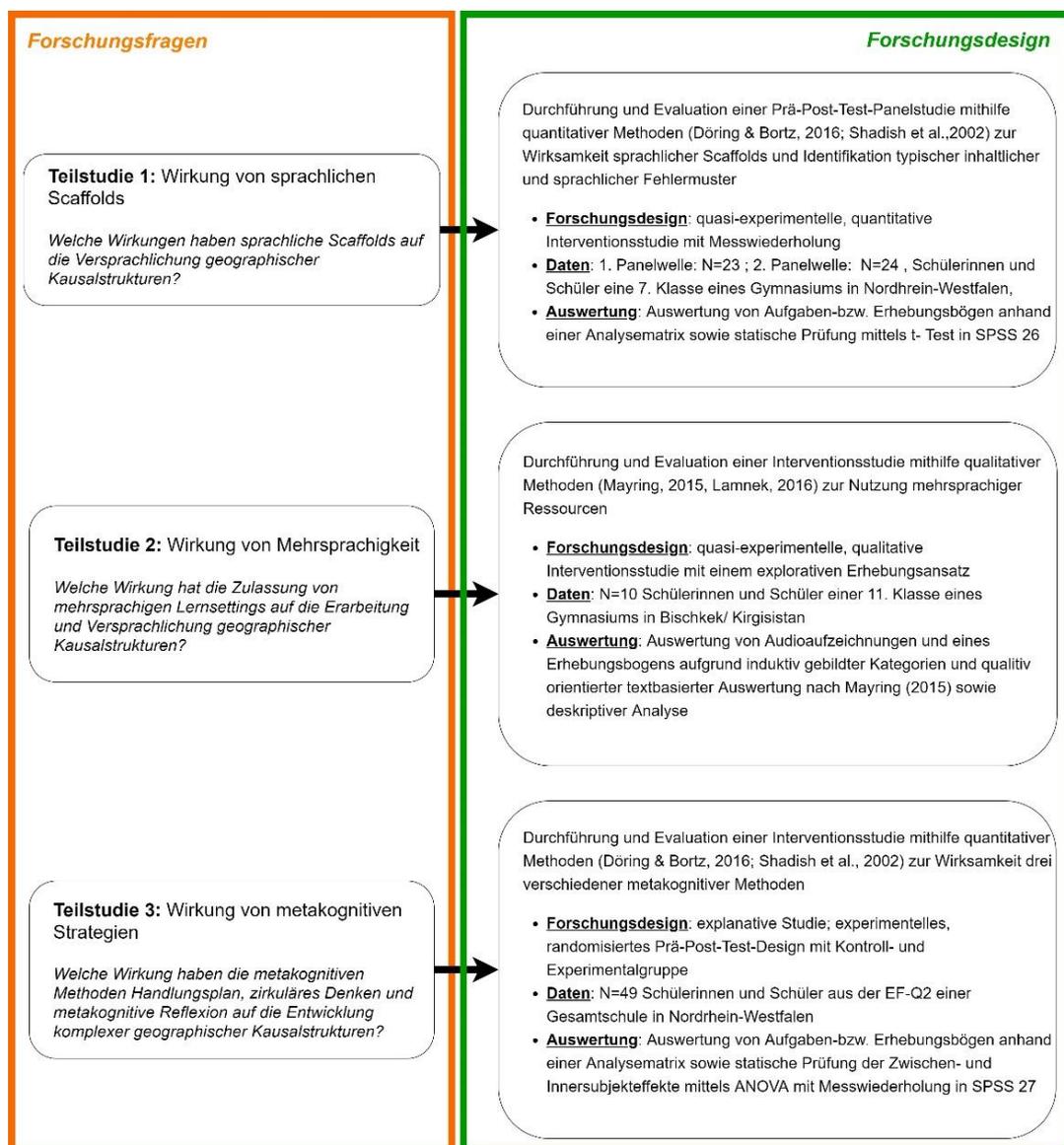
3 Überblick über Ziele und Forschungsdesigns der einzelnen Teilstudien

3.1 Über die Teilstudien und deren Forschungsdesigns und die Analysematrix geographischer Kausalstrukturen

Im Folgenden werden die drei Teilstudien überblicksartig dargestellt. Die Darstellung erfolgt in der Reihenfolge der Durchführung der einzelnen Forschungsvorhaben, hinsichtlich der empirischen Messung und Überprüfung der Einflussgrößen Sprache, Mehrsprachigkeit und Metakognition auf die Entwicklung von geographischen Kausalstrukturen durch Schüler*innen. Die verschiedenen qualitativen und quantitative Forschungsdesigns und deren Methodik sind in Abbildung 8 abgebildet.

Abbildung 8

Die Teilstudien, deren Forschungsfragen und -designs (eigene Darstellung)



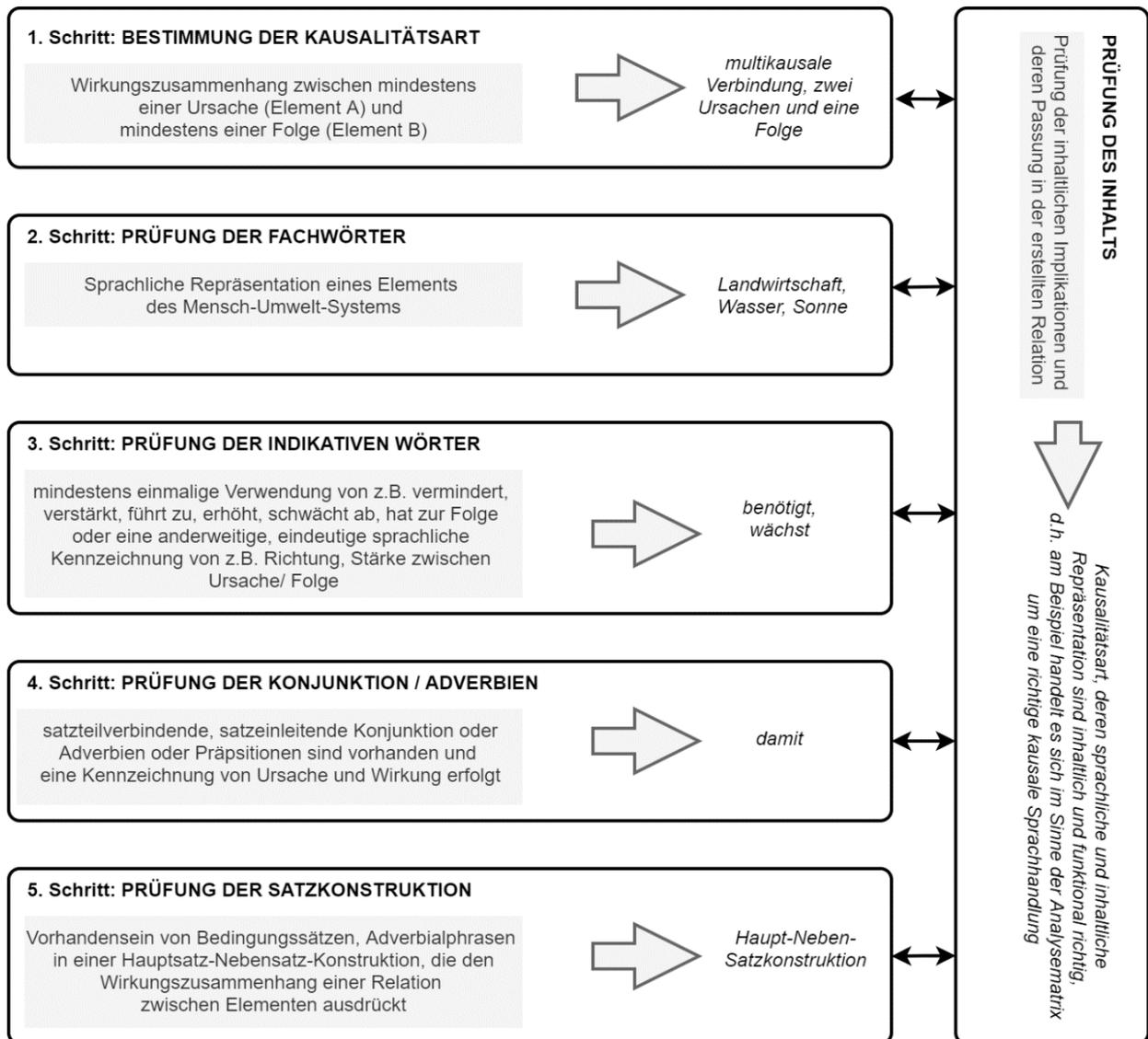
In Teilstudie 1 (Heuzeroth & Budke, 2021a) zur Prüfung der Wirksamkeit sprachlicher Scaffolds wurde eine quantitative Studie mit einem quasi-experimentellen Paneldesign mit Prä-Post-Erhebung durchgeführt (Stein, 2019). Die Wirksamkeit mehrsprachiger Ressourcen auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen wurde in Teilstudie 2 (Heuzeroth & Budke, 2020) anhand einer explorativen, qualitativen Studie mit einer Inhaltsanalyse und induktiver Kategorienbildung nach Mayring (2015) mit N= 10 Schüler*innen erhoben. Zur Erfassung der Wirkung metakognitiver Strategien und Methoden auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen als Ausdruck der Lösung eines komplexen Problems wurde in Teilstudie 3 (Heuzeroth & Budke, 2021b) eine quantitative Studie mit quasi-experimentellem, randomisiertem Prä-Post-Test-Design durchgeführt (Döring & Bortz, 2016).

In Abbildung 9 wird die Analysematrix zur Prüfung der inhaltlich-sprachlichen Kohärenz, der durch die Schüler*innen, in den 3 Teilstudien entwickelten geographischen Kausalstrukturen, vorgestellt. Zentral ist eine immerwährende, wechselseitige Prüfung der fachlich angemessenen Abbildung von kausalen Merkmalen und fachlichen Relationen des jeweiligen geographischen Kontextes sowie der adäquaten sprachlichen Repräsentation (Prüfung des fachlichen Inhalts; Abbildung 9).

Ausgehend von der Klassifizierung der Kausalitätsart (Schritt 1; Abbildung 9), aufgrund der vorhandenen Systemelemente, in Form von Fachwörtern, wird deren richtige Verwendung im inhaltlichen Kontext der fachlichen Relation geprüft (Schritt 2; Abbildung 9). Nachfolgend wird die inhaltlich-sprachlich kohärente Abbildung der raum- zeitlichen Dynamik, in Form von Richtung, Stärke und Abhängigkeit untersucht (Schritt 3; Abbildung 9). Schritt Nr. 4 ist die Prüfung der angemessenen Kennzeichnung von Ursache und Wirkung auf Satzebene, durch entsprechende Verwendung von Konjunktionen und Adverbien bei der Verbindung von Haupt- und Nebensatz. Schritt 5 (Abbildung 9) prüft die entwickelte Satzkonstruktion, d.h. die korrekte Realisation des Wirkungszusammenhangs auf Satzebene. Eine geographische Kausalstruktur ist dabei nur inhaltlich-sprachlich kohärent, insofern maximal ein Fehler, in einer der genannten sprachlichen Kategorien (Schritt 2-5) auftritt. Wird eine geographische Kausalstruktur sprachlich korrekt konstruiert, entspricht jedoch nicht der themenbezogenen, fachlichen Richtigkeit, so wird die fachliche Relation als falsch gewertet.

Abbildung 9

Kriterien und Ablauf der Prüfung geographischer Kausalstrukturen (eigene Darstellung)



3.2 Teilstudie 1 Untersuchung zur Wirkung sprachlicher Scaffolds auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Heuzeroth, J.; Budke, A. (2021a). Formulierung von fachlichen Beziehungen - Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Formulierung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht. Journal of Geography Education, 49(1), 14–31. DOI: <https://doi.org/10.18452/23166>

Wie bereits oben beschrieben, versäumten bisherige Studien eine Definition der sprachlichen Merkmale geographischer Kausalstrukturen im Rahmen des Entwickelns und Versprachlichens von Mensch-Umwelt-Beziehungen. Weiterhin fehlte bisher eine empirische Untersuchung der Wirksamkeit eingesetzter sprachlicher Scaffolds im Geographieunterricht auf die Entwicklung von Kausalbeziehungen durch Schüler*innen im Rahmen des systemischen Denkens.

Ziel der Studie war es daher die inhaltlichen (geographischen) Anforderungen und Charakteristika fachlicher Relationen zu bestimmen. Den inhaltlichen Merkmalen wurden sprachliche Repräsentationen zugeordnet, damit die inhaltlichen und linguistischen Merkmale geographischer Kausalstrukturen definiert. Zugleich wurde eine Analysematrix entwickelt, auf deren Grundlage die inhaltlich-sprachliche Kohärenz geprüft somit die Wirkung sprachlicher Scaffolds untersucht werden konnte. Ziel war es, die Effekte von in der Unterrichtspraxis eingesetzten Scaffolds (Intervention) auf die Anzahl und die Richtigkeit, der von Schüler*innen formulierten geographischen Kausalstrukturen, zu prüfen. Auch wurde analysiert, ob das sprachliche Scaffold eine veränderte Häufigkeit von mono- oder multikausalen geographischen Kausalstrukturen bewirkte. Zugleich wurden mithilfe der Analysematrix sprachliche Barrieren und Schwierigkeiten beim Entwickeln geographischer Kausalstrukturen im Geographieunterricht identifiziert und die Ergebnisse für die Entwicklung zukünftiger sprachlicher Fördermaßnahmen genutzt. Folgende Forschungsfragen standen dabei im Fokus:

F 1 Welche sprachlichen Merkmale haben geographische Kausalstrukturen?

*F 2 Wie wirken Scaffolds auf die von Schüler*innen entwickelte Anzahl und die inhaltliche bzw. sprachliche Richtigkeit geographischer Kausalstrukturen?*

*F 3 Welche typischen Fehler machen Schüler*innen beim Versprachlichen geographischer Kausalstrukturen?*

Die Daten der ersten Teilstudie wurden im Rahmen eines Paneldesigns, mittels Erhebungs- bzw. Aufgabenbogens in zwei Panelwellen erhoben (Döring & Bortz, 2016, 214). Es handelte sich in dieser

Studie um eine quasi-experimentelle, quantitative Erhebung mit Messwiederholung in Form einer Vollerhebung in einer 7. Klasse, an einem Gymnasium in Nordrhein- Westfalen (Döring & Bortz, 2016, 208; Shadish et al., 2002, 108).

Die Erhebung fand mit 24 Schüler*innen einer 7. Klasse an einem Gymnasium in Nordrhein-Westfalen statt. Es handelte sich um eine nicht-probabilistische Stichprobe mit eingeschränkter Repräsentativität (Döring & Bortz, 2016). Zu beiden Erhebungen hatten die Schüler*innen 45 Minuten Zeit für die Bearbeitung eines Erhebungsbogens. Die Prä- und Poststudie lagen 8 Unterrichtsstunden (4 Wochen) auseinander. Im Prätest zu Beginn der Unterrichtsreihe hatten die Schüler*innen die Aufgabe, auf Grundlage ihres individuellen Vorwissens Beziehungen zwischen fünf vorgegebenen Begriffen (Oase, Sonne, Wasser, Trockenheit, Landwirtschaft) zu formulieren, die nach dem Modell komplexer Systeme (Müller, 2016) der Kategorie der „Faktoren / Strukturen“ von Systemen zugeordnet werden können. Die Aufgabe zum Oberthema „Wüste“ beinhaltete die Aufforderung, Systembeziehungen zu erstellen, die hauptsächlich zeitliche sowie räumliche Entwicklungsprozesse abbilden. Im Vorfeld der Studie gab es keine weiteren Informationen zum Thema. Zur Lösung der Aufgabe standen den Schüler*innen im Prätest keine Hilfestellungen zur Verfügung. Inhaltlich erwartet wurde vor allem die Versprachlichung naheliegender kausaler Zusammenhänge wie z.B. Sonne (Temperatur), Wasser (Verdunstung) und Trockenheit oder Oase, Wasser und Landwirtschaft (Inwertsetzung).

Im Rahmen der Unterrichtsreihe wurden ausgehend von einem Film über die Wüste (Fothergill, 2008) individuelle Problemstellungen entwickelt; diese wurden im Folgenden projektorientiert und auf Grundlage eigener Rechercheergebnisse erarbeitet. Die selbstständig erworbenen Arbeitsergebnisse wurden in Form eines Museumsrundganges mit Lernplakaten präsentiert und abschließend mit einem durch die Schüler*innen angefertigten Quiz gesichert. Die zentrale Aufgabenstellung, d.h. das Entwickeln von Relationen zwischen Fachbegriffen (Systemelementen) aus dem Themenbereich „Wüste“, war zu beiden Erhebungszeitpunkten identisch. Der Posttest lag am Ende der Unterrichtsreihe. Dabei wurden inhaltliche und sprachliche Scaffolds angeboten, die zugleich die Intervention darstellten. Mittels dieser Scaffolds wurden die Fachbegriffe sowie die Kausalitätsarten, Konjunktionen und indikativen Wörter und grafische Repräsentationen erklärt. Auf eine besonders sprachensible oder kausalitätssensible Lernumgebung während der Unterrichtsreihe wurde bewusst verzichtet, um „Übungseffekte“ und weitere das Ergebnis verzerrende Einflüsse des Post-Tests zu vermindern (Döring & Bortz, 2016).

Die, durch die Schüler*innen entwickelten geographischen Kausalstrukturen, wurden anhand der Matrix (Abbildung 10) analysiert und in eine Nominalskala für die Weiterarbeit in SPSS codiert. Neben einer deskriptiven Auswertung der entwickelten geographischen Kausalstrukturen, erfolgte

eine statistische Prüfung der Wirkung des Scaffolds auf einzelne Analysekatoren (z.B. raum-zeitliche Verben) des Datensatzes, mittels t-Test für abhängige Stichproben in SPSS 26.

3.3 Teilstudie 2: Untersuchung zur Wirkung von Mehrsprachigkeit auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Heuzeroth, J., & Budke, A. (2020). The Effects of Multilinguality on the Development of Causal Speech Acts in the Geography Classroom. Education Sciences, 10(11), 299, 1-24. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci10110299>

Die Ressourcen schüler*innenseitiger Mehrsprachigkeit werden bisher nur selten bei der Organisation, Planung und Durchführung von Geographieunterricht berücksichtigt (Repplinger & Budke, 2018; Weissenburg, 2013, 2018). Daher untersucht die zweite Studie die Wirkungen und Potenziale von Mehrsprachigkeit auf das fachliche Lernen im Geographieunterricht im Allgemeinen und die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen im Besonderen. Zudem wurde anhand der Ergebnisse der Studie ein Modell zu den Einsatzmöglichkeiten und der Gestaltung mehrsprachiger Unterrichtssequenzen im Geographieunterricht, unter besonderer Berücksichtigung geographischer Kausalstrukturen, entwickelt. Die Forschungsfragen der qualitativen Studie waren:

*F 1 Welchen Einfluss haben Strategien und Ressourcen von mehrsprachigen Schüler*innen auf die inhaltliche Erschließung geographischer Kausalstrukturen, im Rahmen mündlicher und schriftlicher kausaler Sprachhandlungen kausaler Sprachhandlungen?*

F 2 Welche Auswirkungen haben multilinguale Strategien in kooperativen Lernformen auf die Entwicklung und Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen, im Rahmen mündlicher und schriftlicher kausaler Sprachhandlungen?

Zur Untersuchung der Forschungsfragen der zweiten Teilstudie wurde eine qualitative Interventionsstudie mit einem explorativen Erhebungsansatz und induktiver Kategorienbildung durchgeführt (Döring & Bortz, 2016, 222-223). Zentraler analytischer Ansatz, um die Wirkung mehrsprachiger Ressourcen auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen festzustellen, war die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (Mayring, 2015; Mayring & Fenzl, 2019). Die Studie wurde in einem quasi-experimentellen Design, mit einem Erhebungszeitpunkt im Mai 2019, an einer Schule mit deutschem Sprachprofil in Bischkek /Kirgisistan durchgeführt (Shadish et al., 2002, 115).

Die Stichprobengruppe (N= 10) bestand aus mehrsprachigen Schüler*innen einer elften Klasse, einer kirgisischen weiterführenden Schule (9 weiblich/ 1 männlich). Um den Einfluss mehrsprachiger Strategien und Ressourcen sowie deren Wirkungen auf die Entwicklung geographischer

Kausalstrukturen zu untersuchen, wurden sprachliche Handlungen mehrsprachiger und einsprachiger Gruppen verglichen. Die Zusammensetzung der drei Gruppen erfolgte im Sinne eines "matched-sample" (Döring & Bortz, 2016; Shadish et al., 2002). Einerseits sollten nach Leistung und Sprachvermögen relativ homogene Gruppen gebildet werden, andererseits sollte der Effekt von Leistung und Sprachvermögen als verzerrende Störvariablen reduziert werden (Yu & Schwieter, 2018, 5). Es wurden Matching-Paare hinsichtlich des Sprachniveaus im Deutschen (DSD II-Ergebnisse) sowie der Noten in Mathematik, Biologie, kirgisischer Literatur und Russisch gebildet. Die Studie wurde in vier Unterrichtsstunden durchgeführt. Die Schülergruppe wurde aufgrund ihrer Dreisprachigkeit ausgewählt, sodass sich ein Transferpotenzial auf deutsche Auslandsschulen sowie das deutsche Inlandsschulwesen ergab, das inzwischen ebenfalls zahlreiche mehrsprachige Kinder und Jugendliche aufweist. Für die an der Studie beteiligten Schüler*innen ist Kirgisisch die Muttersprache; daneben wird Russisch auf muttersprachlichem Niveau gesprochen. Die Sprachfähigkeiten in der deutschen Sprache liegen überwiegend auf dem Niveau B2-C1 (Trim, 2013). Das individuelle Sprachniveau in der dritten Sprache (Deutsch) wurde auf der Grundlage des Deutschen Sprachdiploms Stufe II (DSD II) ermittelt.

Ausgehend von einer komplexen, problemorientierten Fragestellung ("Warum sollte Frau Angelika H. Kirgisistan besuchen?") sollten die Schüler*innen geographische Kausalstrukturen zum Thema "Das touristische Potenzial Kirgisistans" entwickeln. Die Informationen basierten auf drei verschiedenen thematischen Materialien in Form von Fließtexten in deutscher Sprache (a. Naturraumpotential, b. Tourismusinfrastruktur, c. Kulturraumpotential). Um eine inhaltliche Überforderung zu vermeiden (vgl. Paas et al., 2004, 1-8), enthielt jedes Material maximal 6 Kerninformationen zu den einzelnen thematischen Aspekten. Mit diesen Kerninformationen könnten 10-15 fachlich sinnvolle geographische Kausalstrukturen hergestellt werden.

Um zusätzliche sprachliche Hürden und eine inhaltliche Überfrachtung weiter zu reduzieren, wurden den Schüler*innen Scaffoldingangebote auf vier Ebenen bereitgestellt: Auf der Wortebene wurden Fachbegriffe und unbekannte Wörter erklärt. Auf der Satzebene wurde eine Erklärung über die Verwendung von Konjunktionen in kausalen Satzstrukturen (z.B. "Wenn-Dann-Verbindungen") gegeben. Eine grafische Darstellung von Kausalität sollte den Zusammenhang zwischen Wort- und Satzebene visualisieren. Als syntaktische Strukturierungshilfe einer kausalen Sprachaktion wurde außerdem eine Argumentationssonne als grafische Unterstützung angeboten (Kuckuck, 2012).

Um metalinguistische und problemlösende Strategien bei der Erstellung geographischer Kausalstrukturen zu erforschen, wurden die Gruppengespräche mit Mobiltelefonen aufgezeichnet. Für eine methodische Triangulation (Lamnek & Krell, 2016, 267; Pryzborski & Wohlrab-Sahr, 2019, 110) wurden außerdem die schriftlichen Ergebnisse der Einführung, der Audioaufzeichnungen, ein

Beobachtungsprotokoll der Versuchssituationen sowie individuell verfasste Reiseführereinträge (Posttest) der Schüler*innen herangezogen. Diese wurden in einer nachfolgenden Unterrichtsstunde erstellt, mit dem Ziel, die sprachliche und inhaltliche Qualität der geographischen Kausalstrukturen zu prüfen. Dadurch erhofften sich die Autoren einen Rückschluss auf die allgemeine Lernwirksamkeit des Unterrichts. Zudem wurden Individualdaten (Reiseführerberichte) zur Kontrolle der metalinguistischen Kompetenzen der Schüler*innen genutzt. Im Rahmen der kooperativen Lernform gebildete geographische Kausalstrukturen, die inhaltliche und sprachliche Dubletten darstellten, wurden gestrichen bzw. nur einfach gewertet.

Die Analyse des Materials erfolgt anhand des Ansatzes der "qualitativ orientierten kategorienbasierten Textanalyse" (Mayring, 2015; Mayring & Fenzl, 2019). Grundlage dafür sind die transkribierten Gesprächsaufzeichnungen der kooperativen Arbeitssituation. Auf Grundlage der Transkripte (Auswertungseinheit; Mayring, 2015, 88) wurden induktive Analysekategorien gebildet. Einzelne Kategorien bezeichnen dabei spezifische Ressourcen und Strategien mehrsprachiger Schüler*innen, die bei der Bearbeitung einer geographischen Problemfrage verwendet wurden und bei der Entwicklung von kausalen Verknüpfungen zum Einsatz kamen („Kategoriendefinition“; Mayring, 2015, 88). Für die Kategorienbildung („Selektionskriterium“) wurden verschiedene Translanguagingformen, wie Sprachvariation, Sprachwechsel oder Sprachinnovationen (z.B. Code-Mixing) auf Wort- und Satzebene untersucht (Mayring, 2015, 70). Als „Kodiereinheit“ (Mayring, 2015) wurde eine bedeutungstragende „Sprachhandlung“ (Röska-Hardy, 2001, 140) bestimmt. Unter einer Sprachhandlung werden nach der Sprechakttheorie von (Searle, 2011) kommunikative Einheiten von Äußerungsakt, propositionalen Akt, illokutionären Akt sowie perlokutionären Akt verstanden. Einzelne Sprachhandlungen im Transkript wurden anschließend, aufgrund erkennbarer inhaltlicher oder sprachlicher (kommunikativer) Bezüge klassifiziert. Kriterium hierfür, inwieweit in der Sprachhandlung eine situative, aufgabenbezogene, mehrsprachige Lösungsstrategie der Schüler*innen erkennbar war. Im Anschluss folgten zwei Reduktionsphasen mit einer Überarbeitung der Kategorien und Intrakodercheck. Nach dem abschließenden Materialdurchgang wurde zur interpersonellen Reliabilitätsprüfung ein weiterer/erneuter Interkodercheck durchgeführt (Mayring & Fenzl, 2019, 550). Danach folgte eine qualitative und quantitative Analyse anhand der Transkripte.

Für eine quantitative, deskriptive Beschreibung der Ergebnisse wurden die geographischen Kausalstrukturen der Argumentationssonne sowie die Reiseführerbeiträge hinsichtlich der korrekten, inhaltlichen und sprachlichen Konstruktion des Wirkungszusammenhanges geprüft. Analysiert und bewertet wurden diese nach der sprachlich und inhaltlich kohärenten Verwendung von Fachbegriffen (z.B. „Natur“), indikativen Verben/Adverbien (z.B. „führt zu“), Konjunktionen (z.B. „weil“) und einer Hauptsatz-Nebensatz-Konstruktion (Analyse kausaler Verknüpfungen siehe Teilstudie 1, siehe

Abbildung 10; Heuzeroth & Budke, 2021a, 23). Weiterhin wurden die individuell verfassten Reiseführer-Einträge im Hinblick auf die verwendeten Rauminformationen und die kausalen Sprachaktionen ausgewertet. Die Vielfalt der Materialverwendung und -analyse soll eine hohe interne und externe Validität, Reliabilität und Objektivität der qualitativen Inhaltsanalyse erzeugen und sicherstellen, dass Artefakte nicht zu Fehlschlüssen führen (Döring & Bortz, 2016, 184).

3.4 Teilstudie 3: Untersuchung zur Wirkung von metakognitiven Strategien auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Heuzeroth, J., & Budke, A. (2021). Metacognitive Strategies for Developing Complex Geographical Causal Structures—An Interventional Study in the Geography Classroom. European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, 11(2), 382–404. DOI: 10.3390/ejihpe11020029

Im Rahmen des Denkens in Mensch-Umwelt-Systemen betonen eine Reihe von Autor*innen die Wichtigkeit von metakognitiven und reflexiven Prozessen zur Konzeptionalisierung systemischen Denkens (Hmelo-Silver et al., 2017, 68; Köck, 2004, 46; Mehren, Rempfler & Ulrich-Riedhammer, 2015). Dennoch blieb bisher weitgehend ungeklärt, wie Denkwerkzeuge und Methoden zur Förderung von Metakognition im Geographieunterricht konzipiert sein sollten, um die Entwicklung multikausaler Kausalstrukturen durch Schüler*innen im Rahmen des systemischen Denkens zu verbessern. Bisher ist auch unklar, welche Formen der Vermittlung metakognitiver Strategien in einzelnen Unterrichtsphasen besonders wirksam und effektiv sind. Ziel der Studie war es daher, die Wirksamkeit von metakognitiven Methoden bzw. Strategien für die Entwicklung von komplexen, multikausalen Kausalstrukturen durch Schüler*innen empirisch zu überprüfen. Dabei wurden folgende Forschungsfragen untersucht:

*F 1 Welche Auswirkungen hat der Einsatz metakognitiver Strategien auf die Konstruktion von inhaltlich richtigen geographischen multikausalen Verknüpfungen durch Schüler*innen?*

*F2 Welche der Methoden a) Handlungsplan, b) zirkuläres Denken und c) Reflexion fördern eine Konstruktion von inhaltlich richtigen geographischen multikausalen Verknüpfungen durch Schüler*innen in besonderer Weise?*

Zur Untersuchung der Wirksamkeit metakognitiver Strategien auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen wurde eine explanative Studie mit einem quasi-experimentellen randomisierten Prä-Post-Test-Design konzipiert (Döring & Bortz, 2016, 213-214; Shadish et al., 2002, 258). Die Erhebung wurde im Dezember 2020 in drei Klassen einer Oberstufe in einer Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen (NRW) durchgeführt. Durch die Schulschließungen ab Dezember 2020, bedingt

durch SARS-CoV-2, musste der Post-Test im Lernen auf Distanz (digital) durchgeführt werden. Dies führte zu einer erhöhten Stichprobenmortalität. Der Stichprobenumfang betrug ursprünglich 66 Schüler*innen (männlich: N = 29; weiblich: N = 37) in einem Alter zwischen 16 und 20 Jahren. Zum Ende der Erhebung lagen Datensätze von N = 49 (männlich: N = 20; weiblich: N = 29) Probanden vor, wobei ein Stichprobenumfang von N = 48 laut A priori Teststärkenanalyse (G-Power, $1-\beta=0.80$, $\alpha=0.05$, $f=0.25$, Döring & Bortz, 2016, 841) signifikante und belastbare statistische Effekte hervorbringen sollte.

Die Randomisierung zur Sicherstellung der Gleichverteilung der Merkmale in Erhebungs- und Kontrollgruppe erfolgte durch das Prinzip des „matched sample“, unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Prä-Tests, der Noten in den Fächern Mathematik, Deutsch und Erdkunde sowie des Alters und des Geschlechts der Proband*innen (Döring & Bortz, 2016, 200-201; Stein, 2019, 140). Das das zur Verfügung stellen sprachlicher Scaffolds sollte die Störvariable Sprache, bzw. die sprachlichen Barrieren bei der Formulierung geographischer Kausalstrukturen, ausgeschaltet werden. Als Intervention wurden drei metakognitive Interventionen entwickelt: a. Handlungsplan (H), b. zirkuläres Denken (ZD) und c. Reflexion (R) und jeweils in einer Experimentalgruppe eingesetzt. Alle Materialien zu den Interventionen finden Sie unter: <https://geodidaktik.uni-koeln.de/multimedia/metakognitive-strategien-fuer-die-entwicklung-geographischer-kausalstrukturen-im-rahmen-des-denkens-in-mensch-umwelt-systemen> oder im Anhang.

Statistische Korrelationen der Wirkung metakognitiver Strategien auf die Anzahl und Richtigkeit multikausaler Kausalstrukturen wurden hinsichtlich auf eine individuelle Verbesserung der Entwicklung multikausaler Verknüpfungen (Innersubjekteffekte) und hinsichtlich der Unterschiede der Wirksamkeit der eingesetzten Methoden (Zwischensubjekteffekte) geprüft.

Die abhängige Variable „komplexe geographische Kausalstruktur“, d.h. die Wirkung von Metakognition, manifestierte sich in der jeweiligen Anzahl und Richtigkeit (Prüfung nach Analysematrix der Teilstudie 1, Abbildung 9, Heuzeroth & Budke, 2021a) der multikausalen Kausalstrukturen, in den Ergebnissen des Prä- und Posttests. Die Ergebnisse wurden in eine Nominalskala codiert und mittels ANOVA mit Messwiederholung in SPSS 27 statistisch ausgewertet (Blasius & Baur, 2019, 997).

Anhand der Veränderung der Anzahl sowie dem veränderten Anteil der inhaltlich und sprachlich korrekt entwickelten geographischen Kausalstrukturen (Richtigkeit) wurden die Effekte der drei unterschiedlichen Interventionen (Handlungsplan, Zirkuläres Denken, metakognitive Reflexion) geprüft. Inhaltliche und sprachlich kohärente multikausale Kausalstrukturen wurden darüber hinaus hinsichtlich ihres thematischen, inhaltlichen Bezuges zur Problemfrage (Passung) untersucht. Kriterien für die thematische Passung waren die eingesetzten Fachwörter als Ausdruck erkannter Systemelemente sowie die durch raum-zeitliche Verben und Konjunktionen repräsentierten thematischen Wirkungszusammenhänge. Zusätzlich wurden die individuell verfassten geographischen

Kausalstrukturen, im Hinblick auf die Anzahl der verwendeten Rauminformationen und deren Veränderung vor und nach dem Einsatz der Interventionen, erhoben sowie deskriptiv ausgewertet.

4 Formulierung von fachlichen Beziehungen - Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Formulierung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht

Zu zitieren als: Heuzeroth, J.; Budke, A. (2021) Formulierung von fachlichen Beziehungen - Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Formulierung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht. *Journal of Geography Education*, 49(1), 14–31.

Abrufbar unter <https://doi.org/10.18452/23166>

Zusammenfassung: Im vorliegenden Artikel wird die Wirksamkeit sprachlicher Scaffolds auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen durch Schüler*innen im Rahmen des Denkens in komplexen Mensch-Umwelt-Systemen untersucht. Hierzu wurden inhaltliche und sprachliche Merkmale von geographischen Kausalstrukturen bestimmt und die Wirksamkeit von Scaffolds mittels Analysematrix, anhand eines quasi-experimentellen, quantitativen Paneldesigns statistisch geprüft. Es konnte nachgewiesen werden, dass sprachliche Scaffolds die inhaltlich-sprachliche Kohärenz und damit Richtigkeit von geographischen Kausalstrukturen verbessern, jedoch kaum Einfluss auf die Anzahl der verwendeten Elemente sowie der entwickelten Relationen haben. Auf Grundlage der Ergebnisse sollen Weiterentwicklungsmöglichkeiten sprachlicher Scaffolds aufgezeigt werden, um einen zielführenden Beitrag zur Anbahnung systemischer Denkkompetenzen leisten zu können.

Schlüsselwörter: Scaffolding, geographische Kausalstrukturen, Problemlösen, systemisches Denken, Interventionsstudie

Abstract: This paper examines the effectiveness of linguistic scaffolds on the development of students' geographical causal structures in the context of thinking in complex human-environment systems. For this purpose, content-related and linguistic characteristics of geographical causal structures were determined, and the effectiveness of scaffolds was statistically tested by means of an analysis matrix using a quasi-experimental, quantitative panel design. The results show that linguistic scaffolds improve the coherence of the content and thus the accuracy of geographical causal structures but have hardly any influence on the number of elements used and the relations developed. The results could constitute a starting point for the further development of linguistic scaffolds to make a valuable contribution to the development of systemic thinking skills.

Keywords: scaffolding, geographical causal structures, problem-solving, systemic thinking, intervention study

Resumen: En este artículo se examina la eficacia de las construcciones lingüísticas en el desarrollo de estructuras causales geográficas por parte de los estudiantes en el contexto de sistemas geográficos complejos. Para ello, se han determinado las características de los contenidos y de las estructuras lingüísticas y se ha evaluado la eficacia de las estructuras mediante una matriz de análisis, utilizando para ello un diseño metodológico cuantitativo de tipo cuasi-experimental. Los resultados muestran que los andamios lingüísticos mejoran la coherencia del contenido y, por lo tanto, la precisión de las estructuras causales geográficas, pero apenas influyen en el número de elementos utilizados y en las relaciones desarrolladas. Estos resultados podrían constituir un punto de partida para el desarrollo de estructuras lingüísticas que pongan en valor el desarrollo de habilidades de pensamiento sistémico.

Palabras clave: scaffold, estructuras causales geográficas, resolución de problemas, pensamiento sistémico, estudio de intervención

4.1 Einleitung

Im Geographieunterricht soll aus dem Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Umwelt ein elaboriertes raumbezogenes Denken und Handeln erwachsen. Dieses Verständnis räumlicher Prozesse und Phänomene, wie der Globalisierung, der demographischen Entwicklung Deutschlands oder steigender Mietpreise in deutschen Innenstädten, ist dabei ein grundlegender Aspekt zur Anbahnung von raumbezogener Handlungskompetenz (DGfG, 2020). Tatsächlich scheinen Schüler*innen Schwierigkeiten bei der Vernetzung oder dem in-Beziehung-setzen von geographischen Informationen zu haben. Kausalität als Zusammenhang von „[...] logische(r) Aufeinanderfolge von Ursache und Wirkung“ (Kaminske 2001, 21) zu begreifen, bereitet große Probleme. Als Hindernis für das komplexe in-Beziehung-setzen gilt die Vereinfachung von Komplexität zu linearen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen (Reduktionsstrategie). Hierfür wird informatorische Vielfalt, ausgelöst durch die Unüberschaubarkeit der sich gegenseitig beeinflussenden Vielzahl von Elementen, als Ursache angeführt (Kaminske 2001, 21). Auch der Aspekt der kognitionspsychologischen Entwicklung der Schüler*innen wird als einschränkender Faktor angeführt (Kaminske 2001, 17). Ein weiteres Hindernis ist die so genannte Nahbereichsspezialisierung, d.h. die Bestrebung des Menschen zur Begrenzung von Relevantem auf den sinnlich wahrnehmbaren Bereich (Mehren et. al, 2014, 4). Um diesen Hindernissen zu begegnen, plädieren Rempfler und Uphues (2011b) und Mehren et al. (2015) dafür, systemisches Denken als stetiges Unterrichtsprinzip einzusetzen. Vielfältige Wiederholungen, Anwendungen und Vertiefungen, Metareflexionen in verschiedenen Kontexten und die daraus entstehenden „vielen Lernspuren“ führen dazu, dass „ein grundlegendes [systemisches] Verständnis“ (Mehren et al. 2015, 6) entwickelt werden kann.

Der Einsatz grafischer Repräsentation, durch z.B. die Mystery-Methode (Schuler, Vankan & Rohwer, 2017) oder Concept-Maps (Mehren et al., 2015; Raschke, 2018) wird empfohlen. Auch der Beitrag des Schreibens zum systemischen Denken wird betont (Czapek, 2014). Die positive Wirkung experimenteller Arbeitsweisen auf das systemische Denken haben Brockmüller, Volz und Siegmund (2016) festgestellt. Eine emotionale und volitionale Aktivierung des systemischen Verständnisses, durch z.B. Interaktions- spiele (Riess et al., 2015) oder systemische Übungen (Sweeney & Meadows, 2010; Heuzeroth, 2019) wurde ebenfalls empfohlen. Die Funktion der sprachlichen Vorentlastung oder sprachsensiblen Vermittlung (u.a. Michalak & Müller, 2017; Budke & Kuckuck, 2017; Schwarze, 2019) relevanter systemischer Aspekte blieb bis dato weitgehend unberücksichtigt und wenig empirisch untersucht. In der Geographiedidaktik gibt es bislang nur wenige geprüfte Belege über den Zusammenhang von (fach-) sprachlichen Kompetenzen (hier die Fähigkeit, geographische Kausalstrukturen zu versprachlichen) und der Entwicklung kausaler Wirkungs- zusammenhänge, im Rahmen des vernetzenden Denkens. Dies wiederum scheint wenig plausibel, da komplexe fachliche Beziehungen im Unterricht vorrangig sprachlich erarbeitet und kommuniziert werden. Zunehmend werden zwar Formen des sprachlichen Scaffolds eingesetzt (u.a. Raschke, 2018; Heuzeroth, 2018), allerdings wurde deren Wirksamkeit auf die Qualität der Versprachlichung von geographischen Kausalstrukturen von Schüler*innen bisher kaum empirisch überprüft. Zudem fehlt sowohl eine Definition der sprachlichen Merkmale geographischer Kausalstrukturen als Repräsentation fachlicher Relationen, als auch eine geographiebezogene Analyse fachsprachlicher Barrieren auf Wortebene (z.B. fehlendes Verständnis von Fachbegriffen als Repräsentation von Systemelementen) oder auf Satzebene (z.B. lückenhaftes Wissen um die Konstruktion von Kausalsätzen).

Der vorliegende Artikel erforscht daher die sprachliche Repräsentation komplexer, systembezogener, relationaler Sinnstrukturen unter der Fragestellung, welche Auswirkungen sprachliche Scaffolds auf die Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen haben und welche sprachlichen Fehler sich bei Schüler*innen häufen. Ausgehend von einer Klärung der zentralen theoretischen Grundannahmen und einem kurzen Überblick über den Forschungsstand (Kap. 2), wird die durchgeführte Interventionsstudie (Kap. 3) vorgestellt sowie die Wirksamkeit des eingesetzten Scaffolds auf kausale Sprachhandlungen (Kap. 4) analysiert. Ferner werden typische Fehlerkategorien (Kap. 4) und deren Einflussgrößen (Kap. 5) extrahiert sowie Implikationen für kausalitätssensible, sprachfördernde Lernsettings im Geographieunterricht (Kap. 6) erörtert und vorgestellt.

4.2 Theoretische Grundlagen

Das Ziel des Faches Geographie liegt in der Vermittlung und Anbahnung eines Verständnisses für komplexe Systembeziehungen (DGfG 2020). Gegenstand dieser Vermittlungs- und Erwerbsprozesse sind

komplexe Systeme, die im Sinne einer integrativen Mensch-Umwelt-Systembetrachtung, ökologische und soziale (Sub-)Systeme sowie deren Wirkungszusammenhänge repräsentieren (Fögele et al., 2020, 85). Jene Wirkungszusammenhänge werden im Geographieunterricht in der Regel ausgehend von komplexen, geographischen Problemen (Budke 2013, 23–24), kriteriengeleitet analysiert und betrachtet. Bei der Versprachlichung dieser Relationen und Wirkungszusammenhänge als Repräsentation von Systemeigenschaften und Ergebnis eines Problemlösungsprozesses, erhält Fachsprache eine enorm hohe Relevanz, da gerade das Sprachwissen der Schüler*innen deren Fähigkeit und Vermögen zu komplexem Denken beeinflusst (Michalak & Müller, 2017; Blomberg & Jessen, 2018). Sprachliches Scaffolding könnte hierbei ein sehr wirksames Instrument sein, Sprachkompetenzen zu fördern, um im Rahmen des systemischen Denkens das fachliche Lernen zu unterstützen.

Ausgehend von einer Begriffsbestimmung von Vernetzung und Relation im Rahmen des systemischen Denkens, soll im Folgenden das inhaltliche und sprachliche Konzept von Kausalität im Geographieunterricht als Ergebnis eines Problemlösungsprozesses charakterisiert werden. Eine zielgerichtete Förderung einer kohärenten Versprachlichung der inhaltlichen und sprachlichen Merkmale von geographischer Kausalität im Rahmen des Problemlösens könnte das Konzept des Scaffoldings leisten. Grundlagen und Einsatzmöglichkeiten des Scaffolding sollen anschließend dargestellt werden.

4.2.1 Zur Bedeutung systemischen Denkens im Fach Geographie

Eine einheitliche terminologische Abgrenzung der Begriffe und Ansätze des vernetzten, systemischen oder kausalen Denkens gibt es bisher nicht. Alle Konzepte eint jedoch die Betrachtung von Kausalstrukturen mit dem Ziel des Aufbaus einer mehrdimensionalen Systemkompetenz (Köck, 2001; Mehren et al., 2015; Vester, 2015). Im vorliegenden Artikel wird der Begriff der Vernetzung bzw. des vernetzenden Denkens genutzt.

Dieses diskutiert Vester (2015) bereits in den 1990er Jahren. Köck (2001) realisiert neben einer begrifflichen Bestimmung erstmals auch eine Typisierung des vernetzenden (prozessualen) Denkens im Geographieunterricht, als Teilkompetenz des Denkens in Systemen. Systemkompetenz wird von Rempfler und Uphues (2011a) als Schlüsselkompetenz definiert. Ein Kompetenzmodell zur Operationalisierung des systemischen Denkens wird von Mehren et al. (2015) entwickelt; Charakteristika geographischer Systeme werden von Müller (2016) bestimmt. Weiterhin wird die Bedeutung der Argumentation für das Verständnis von Komplexität hervorgehoben (Budke & Meyer, 2015). Auch in den nationalen Bildungsstandards ist das Verständnis von Systemen als Kompetenzziel verankert worden (DGfG 2020, 5–6). Zudem gilt das Unterrichtsprinzip des systemischen Denkens als

fester Bestandteil von Lehrbüchern (z.B. Das Syndromkonzept; Braun et al., 2017), Handreichungen (z.B. Bollmann-Zuberbühler et al., 2010) und Unterrichtsmaterialien (z.B. Arbeit mit Wirkungsgefügen; Bette, 2014). Weitere Prinzipien und Methoden zur Implementierung systemischer Denk- und Verstehensansätze liefern ferner diverse Methodenbände (u.a. Schuler et al., 2017).

4.2.2 Zentrale theoretische Aspekte: Vernetzung, komplexe Probleme und problemlösendes Denken

Für das Verstehen von Beziehungen zwischen Elementen in Systemen ist das Verstehen von Kausalität substanziell. Für Luhmann (2018) ist Kausalität innerhalb eines Systems verortet. Kausalität ist hierbei eine funktionale Einheit von Ursache und Wirkung, die nur in dynamischen (sich im Ungleichgewicht befindlichen) Systemen vorkommt. Zugleich ist Kausalität selbstreferentiell, d.h. Beziehungen liegen nur zwischen innerhalb eines Systems befindlichen Elementen vor. Jedes System hat eine gültige, begrenzte Kausalstruktur. In diesem ist eine Ursache immer zugleich auch Wirkung. Andersherum ist eben jene Wirkung auch zugleich eine (neue/anderweitige) Ursache. Die Kennzeichnung, wann was gilt, erfolgt durch eine Zurechnung von außen, durch einen Beobachter (Dieckmann, 2004), u.a. von Schülerinnen und Schülern im Geographieunterricht.

Ausgehend von Luhmann und angereichert durch weitere Autoren entwickelt Müller (2016) ein Modell Komplexer Systeme für den Geographieunterricht. Hierbei konstituiert sich ein komplexes System aus Elementen (z.B. Akteuren), dem Vernetzungsgrad (z.B. Systemorganisation) und der raumzeitlichen Dynamik (z.B. zeitliche und räumliche Entwicklungen der Organisationsprozesse, Müller, 2016). Die einzelnen Beziehungen/Relationen zwischen Elementen eines Systems bezeichnet man als Vernetzung bzw. Kausalstruktur. Köck (2001, 11–12) charakterisiert Vernetzung in einem systemischen Verständnis, als „Wirkungsgesamtheit“ von Ordnungsbeziehungen zwischen Elementen, Elementklassen oder Elementfeldern. Als Vernetzung werden bei Müller (2016) die Beziehungen und die Beeinflussung der Elemente sowie deren Auswirkungen auf die Systemstruktur und Systemorganisation verstanden. Aus dem daraus resultierenden Vernetzungsgrad werden unterschiedliche Hierarchiestufen und Systembeziehungen abgeleitet. Uhlenwinkel (2013, 6) benennt Vernetzung als Hilfskonzept in der Geographie, welches drei Komponenten umfasst, nämlich die „[...] Elemente, die vernetzt werden, und die Relationen, die zwischen ihnen bestehen, sowie die Handlungen“. Dörner (2000) bezeichnet die Veränderung eines Systems durch einen Eingriff, der einen Teil des Systems betrifft oder betreffen soll und auch auf viele andere Teile des Systems wirken kann als Vernetztheit. Mit dem Grad dieser Vernetztheit erhöht oder vermindert sich die Komplexität des Systems. Vernetzung spielt auch bei komplexen Problemen eine zentrale Rolle. Komplexe Probleme sind in der Regel „schlecht definierte Situationen“ (Betsch, Funke & Plessner 2011, 154), da im Voraus oft nicht erkennbar ist, ob ein Lösungsentwurf tatsächlich richtig ist. Ein komplexes Problem ist

gekennzeichnet durch Komplexität, Vernetztheit, Intransparenz, Dynamik und Vielzieligkeit (Dörner, 2000; Betsch et al., 2011). Die geforderte Denkopration wird als problemlösendes Denken (Dörner, 2000) gekennzeichnet, welches eine bewusste, kognitive Aktivität zur Erreichung eines (beabsichtigten) Ziels, d.h. im Geographieunterricht meist die Lösung einer Problemfrage, verlangt. Diese kognitive Aktivität erfordert das Überwinden von Hindernissen und das Schließen von Lücken in einem (Denk-) und Handlungsplan (Betsch et al., 2011).

Zusammenfassend kann man feststellen, dass Problemlösendes Denken aufgrund des Fehlens von Routinehandlungen (Betsch et al., 2011) ein kreativer Prozess der heuristischen Suche nach Lösungsstrategien (u.a. Novick & Bassok, 2005) ist. Diese Heuristiken für das Schließen der Lücke zwischen Ist- und Soll-Zustand erfordern den Einsatz von Veränderungs-wissen, Kreativität, metakognitiven Fähigkeiten und schlussendlich eine Neukonstruktion von Wissensbeständen (Edelmann & Wittmann 2019, 181–191). Diese Neukonstruktion stellt die inhaltliche Überführung eines Ist-Zustandes (Problemfrage, Informationen im Material, Labilität des Ökosystems) in einen gewünschten Soll-Zustand (Reduzierung von unerwünschten Phänomenen) dar. Welche Anforderungen aus dem Lösen des inhaltlichen Problemlösungsprozess in der Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen entstehen, soll im Folgenden beschrieben werden.

4.2.3 Inhaltliche und sprachliche Merkmale geographischer Kausalstrukturen

Die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen erfordert problemlösendes Denken in einer inhaltlichen und sprachlichen Dimension. Ziel des Problemlösungsprozesses ist es, komplexe Ursache-Wirkungsbeziehungen als „Korrelationssystem“ (Rhode-Jüchtern, 2001, 8) oder „Wechselwirkungsgesamtheiten“ (Köck, 2001, 9) fachlich und sprachlich richtig bzw. kohärent zu konstruieren. Im Fokus dieses Artikels stehen daher die zentralen Charakteristika einer sprachlichen Kausalstruktur geographischer Elemente und deren Relationen zueinander. Besondere Beachtung erhalten dabei die monokausalen (z.B. Wenn kein Wasser vorhanden ist, entsteht Trockenheit.) und die multikausalen (z.B. Wenn es lange nicht regnet und nur die Sonne scheint, kann es zu Trockenheit kommen.) Systembeziehungen. Es sind Systembeziehungen, die direkt/unmittelbar gekoppelte Beziehungen zwischen zwei oder mehreren Elementen/Ereignissen repräsentieren (Müller, 2016). Korrelierte Systembeziehungen (indirekte Zusammenhänge; Müller 2016; z. B. Wasservorkommen → Wachstum von Dattelpalmen → Schattenwurf der Dattelpalme → Lebensqualität der Oasenbewohner) werden, trotz der vorkommenden Häufigkeit, nicht explizit untersucht und erfasst, sondern unter die Kategorie multikausale Verbindungen subsumiert.

Die Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen wird als aktiver, konstruierender, problemlösender, sprachbasierter Prozess der relationalen und kausalen Verknüpfung von Elementen

eines komplexen geographischen Systems verstanden. Dieser Prozess beinhaltet das fachwissenschaftlich bedingte Erkennen, Deuten und Versprachlichen einer „Wechselwirkungsgesamtheit“ (Köck, 2001, 9), unter Zurechnung von Ursache und Wirkung. Fachlicher Gegenstand sind komplexe Relationen des Mensch-Umwelt-Systems auf unterschiedlichen Maßstabsebenen (lokal bis global) und mit unterschiedlichen Dimensionen (Prozess, Funktion, Struktur; DGfG, 2020). Dabei eingeschlossen ist die Kenntnis und der Gebrauch von Fachbegriffen (Substantive, Nominalphrasen).

Aus einer sprachwissenschaftlichen Sicht erfolgt durch sie eine räumliche Kennzeichnung der Systemelemente. So genannte linguistische „Kausalmarker“ (Frohning 2007, 27–36), wie Konjunktionen (z.B. weil, da), Adverbien (z.B. deshalb, des- wegen) oder Präpositionen (z.B. wegen, durch) sind zentral für die Kennzeichnung von Ursache- Wirkungs-Relationen. Abhängigkeiten werden z.B. durch die Verbindung eines Bedingungs- und Folgesatzes (Konjunktion „wenn“, z.B. Wenn kein Wasser vorhanden ist, entsteht Trockenheit.) ausgedrückt. Des Weiteren sind Adverbialphrasen in einer Haupt-Nebensatz-Konstruktion zur Kennzeichnung von Bedingung, Grund und Folge sehr wichtig. Eine hervorgehobene Bedeutung haben Verben und Adverbien (im Folgen- den als indikative Wörter bezeichnet). Diese kennzeichnen die raumzeitliche Dynamik, d.h. Richtung und Stärke von Relationen (z.B. verstärkt, vermindert).

Zusammenfassend kann man feststellen, dass geographische Kausalstrukturen eine sprachliche Vernetzung (Relation) zwischen Elementen herstellen, die in der Regel durch Fachwörter repräsentiert werden. Die Relation wird durch indikative Wörter (Richtung/Stärke) sowie Konjunktionen (Abhängigkeit) in ihrer Wirkungsgesamtheit beschrieben und findet in einer Haupt-Nebensatz-Konstruktion ihren Ausdruck. Dabei ist eine inhaltliche (geographische) und sprachliche (linguistische) Kohärenz zentral für die Richtigkeit einer kausalen Sprachhandlung (Kap. 3.3.; Blühdorn, 2006).

4.2.4 Einsatz von Scaffolds zur Förderung der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Im Sinne eines sprachbewussten (Michalak, 2017) oder sprachsensiblen (Leisen, 2013) Fachunterrichts ermöglichen Sprachkompetenzen das Erlernen von Inhalten und damit den Erwerb von Fähigkeiten (kognitive Funktion; Blomberg & Jessen, 2018). Sprachkompetenz ist somit notwendig für den Aufbau neuer Wissensbestände und für die fachbezogene Sprachproduktion, in diesem Falle die Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen (Oleschko, Weinkauff & Wiemers, 2016). Die erforderlichen fachbezogenen Sprachkompetenzen sind Ausdruck eines fach- sprachlichen Registers (Oleschko et al., 2016; vgl. Kap. 4.2.2 und Kap. 4.2.3). Dieses fachsprachliche Register als

Ausdruck einer fachspezifischen, akademischen Schriftsprachlichkeit (CALP = Cognitive Academic Language Proficiency) muss erlernt und gefördert werden (u.a. Cummins, 1979, 2008).

Als eine zielführende Fördermaßnahme gilt Scaffolding (u.a. Gibbons, 2015; Schwarze, 2017; Beispiel Figur 3). Scaffolding ist eine zielgerichtete und systematische Bereitstellung von Unterstützungsangeboten für das sprachliche Handeln, die es den Schüler*innen durch sogenannte Scaffolds (dt. Baugerüste) ermöglicht, die bei einer Lernaufgabe erforderlichen „kognitive[n] und metakognitive[n] Operationen“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW, 2020, o.S., siehe auch Luft, Manzel & Nagel, 2015; Brooks, 2016) selbstständig zu bewältigen. Scaffolds eignen sich vor allem, um Lernende in ihren individuellen „fachsprachlichen Hürden“ und „inhaltlichen Lücken“ passgenau abzuholen und beim Erreichen der „Zone der nächstmöglichen Entwicklung (ZPD)“ (Vygotskij & Cole 1981, S. 240) zu unterstützen und damit zu verhindern, dass Sprache als Barriere dem Erwerb neuer Kompetenzen im Wege steht (Gibbons, 2015; Brooks, 2016).

Scaffolding kann auf unterschiedlichen Dimensionen unterrichtlichen Planens und Handelns Anwendung finden und als grundlegendes Prinzip des Unterrichtens verstanden werden. Im Rahmen des Makroscaffolding (Planung von Unterricht) werden auf Grundlage der Berücksichtigung von Sprachstand (Lernstandanalyse) und konkreten Sprachbedürfnissen (Bedarfsanalyse) fördernde sprachliche Anlässe bestimmt und durch adäquate Lernaufgaben, die Materialauswahl usw. in der Unterrichtsplanung artikuliert (Luft et al., 2015). Makroscaffolding bildet den konzeptionellen Rahmen und ist Voraussetzung für ein sprachliche Kompetenzen entwickelndes, effektives Mikroscaffolding. Dies wiederum bezeichnet die konkrete Unterrichtsinteraktion (u.a. Lehrersprache, überformende Reformulierungen), die die Planungen der Makroebene permanent versucht umzusetzen (Luft et al., 2015).

Grundsätzlich lassen sich Input-orientierte Scaffoldingstechniken (Reaktivierung von sprachlichem Vorwissen durch Mindmaps, semantische Netze, Wortfelder) und Output-orientierte Scaffoldingstechniken (Bereitstellung von Schlüsselvokabular, Redewendungen, Lexik für fachunterrichtliche Arbeitstechniken, z.B. raum-zeitliche Bewegungsverben) unterscheiden (Leisen, 2013; Luft et al., 2015). Zentrale Schlussfolgerung der Anwendung des Prinzips des Scaffoldings im Rahmen der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen ist eine adäquate Planung und Organisation differenzierender, sprachfördernder Lernaufgaben des Unterrichts (z.B. Aufgabenschwierigkeit), mit unterschiedlichen Sprach- und Inhaltsniveaus (z.B. Materialumfang und -auswahl, Handlungsprodukt), die individuelle Lern tempi ermöglichen (z.B. Verlangsamung des Lernens, Feedback), Sprachbarrieren abbauen (z.B. Erklärung von Fachwörtern, Satzstrukturen) und die Entwicklung von Lernstrategien ermöglichen (Brooks, 2016; Morawski & Budke, 2019; Kniffka, 2019). Scaffolds können dabei sowohl inhaltliche, sprachliche, als auch problemlösungsbezogene,

strategische Barrieren überwinden helfen. Inwieweit sprachliche Scaffolds tatsächlich wirksam Schülerinnen und Schüler im Geographieunterricht unterstützen können, geographische Kausalstrukturen zu versprachlichen, soll im Folgenden dargestellt werden.

4.3 Methode und Stichprobe

Um die Wirksamkeit von sprachlichen Scaffolds auf die Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen zu untersuchen, wurde eine Panelstudie mit Prä-Post-Test mit einer Messwiederholung durchgeführt. Darüber hinaus wurden auf Grundlage der Analyse geographischer Kausalstrukturen typische sprachliche Fehlermuster auf Wort- und Satzebene herausgearbeitet, um Scaffoldingansätze für den sprach- und kausalitätssensiblen Geographieunterricht weiterentwickeln zu können.

Einer Darstellung des Forschungsdesigns folgt einer Beschreibung der Stichprobe, eingesetzter Unterrichtsmaterialien und des Unterrichtsverlaufs. Nachfolgend werden inhaltliche und sprachliche Merkmale geographischer Kausalstrukturen sowie die Analysematrix zur Bewertung deren inhaltlich-sprachlicher Kohärenz vorgestellt und anhand von Beispielen erklärt.

4.3.1 Einordnung des Themas

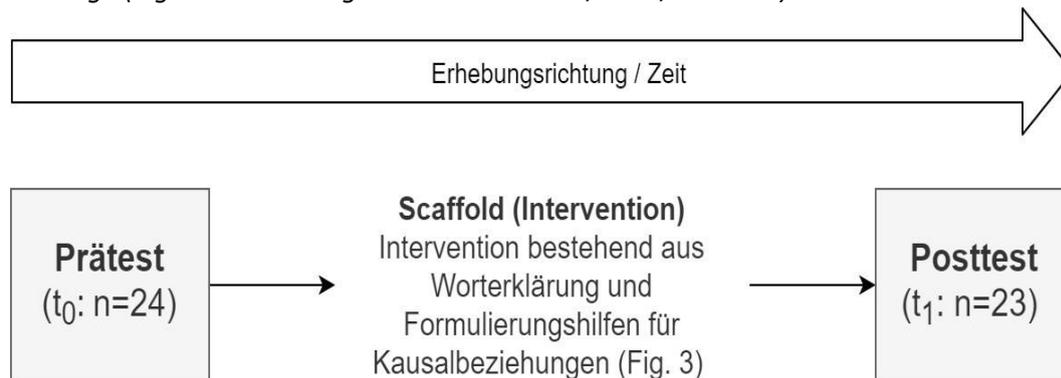
Ursache-Wirkungs-Beziehungen bestimmen die Vorgänge in unserer Umwelt. Am Beispiel des Unterrichtsthemas Leben in der Wüste – Kein Wasser, kein Leben? wird untersucht, wie Schülerinnen und Schüler einer 7. Klasse fachliche Wirkungszusammenhänge entwickeln und versprachlichen. Orthografische Fehler und Mängel wurden nicht analysiert, insofern sie für die sprachliche Darstellung inhaltlicher Vernetzung nicht relevant waren.

4.3.2 Erhebungs- und Forschungsdesign

Die Daten wurden mit einer Prä-Post Erhebung (Paneldesign, vgl. Figur 1), mittels eines Erhebungs- bzw. Aufgabenbogens erhoben. Es handelt es sich um eine quasi-experimentelle, quantitative Erhebung mit Messwiederholung in Form einer Vollerhebung (Shadish, Cook & Campbell, 2002; Döring & Bortz, 2016).

Abbildung 10 (Figure 1)

Studiendesign (eigene Darstellung nach Shadish et al., 2002, 108–110)



Ziel war es, einen systematischen Effekt des Scaffolds (Intervention) auf die Anzahl und die Richtigkeit geographischer Kausalstrukturen zu prüfen und spezifische Fehlerstrukturen zu untersuchen. Auch wurde analysiert, ob die Intervention eine veränderte Häufigkeit von mono- oder multikausalen Verbindungen bewirkte. Eine statistische Korrelation wurde mittels des t-Tests für abhängige Stichproben, auf Grundlage der jeweils aggregierten Daten, mit Hilfe von SPSS 26 geprüft (Döring & Bortz, 2016).

Die Erhebung fand mit 24 Schüler*innen einer 7. Klasse an einem Gymnasium in Nordrhein-Westfalen statt. Es handelte sich ausschließlich um Muttersprachler*innen und damit um eine vergleichsweise homogene Lerngruppe in Bezug auf das Sprachniveau. Bei beiden Erhebungen hatten die Schüler*innen 45 Minuten Zeit für die Bearbeitung des Erhebungsbogens. Prä- und Poststudie lagen acht Unterrichtsstunden (vier Wochen) auseinander. Es handelt sich um eine nicht-probabilistische Stichprobe mit eingeschränkter Repräsentativität (Döring & Bortz, 2016). Zudem liegt ein hohes Ungleichgewicht der Geschlechterverteilung vor (71% Schülerinnen). Eine geringe Ausfallrate (Panelmortalität) lag vor (t_0 [n = 24] / t_1 [n = 23]), sodass an beiden Messzeitpunkten (Panelwellen) jeweils eine geringfügig unterschiedlich große Stichprobe vorhanden war, was bei der Auswertung berücksichtigt wurde. Etwaigen Paneleffekten, d.h. Anpassungseffekten durch die zweimaligen Messzeitpunkte (Panel-Conditioning), wurden im Rahmen der Planung und Durchführung der Unterrichtsreihe versucht entgegenzuwirken, können aber nicht ausgeschlossen werden (Stein & Bekalarczyk, 2010).

Im Prätest (vgl. Figur 1) zu Beginn der Unterrichtsreihe hatten die Schüler*innen die Aufgabe, auf Grundlage ihres individuellen Vorwissens Beziehungen zwischen fünf vorgegebenen Begriffen (Oase, Sonne, Wasser, Trockenheit, Landwirtschaft; Figur 3) zu formulieren, die nach dem Modell komplexer Systeme (Müller, 2016) der Kategorie der Faktoren/Strukturen zugeordnet werden können. Die Aufgabe zum Oberthema Wüste beinhaltete die Aufforderung, Systembeziehungen zu erstellen, die hauptsächlich zeitliche sowie räumliche Entwicklungsprozesse abbilden (vgl. Figur 3). Im

Vorfeld der Studie gab es keine weiteren Informationen zum Thema. Zur Lösung der Aufgabe standen den Schüler*innenn im Prätest keine Hilfestellungen zur Verfügung. Inhaltlich wurde vor allem die Versprachlichung naheliegender kausaler Zusammenhänge wie z.B. Sonne (Temperatur), Wasser (Verdunstung) und Trockenheit oder Oase, Wasser und Landwirtschaft (Inwertsetzung) erwartet.

Abbildung 11 (Figur 2)

Aufgabenstellung für beide Erhebungszeitpunkte (eigene Darstellung)

- a. Entwickle Beziehungen (ein innerer Zusammenhang/ wechselseitiges Verhältnis) zwischen den einzelnen Begriffen und zeichne diese auf dem Arbeitsblatt mit Hilfe der Erklärungen ein.
- b. Begründe deine erstellten Beziehungen kurz in der Tabelle. Erkläre dabei, warum die jeweiligen Begriffe in einer Beziehung zu einander stehen.

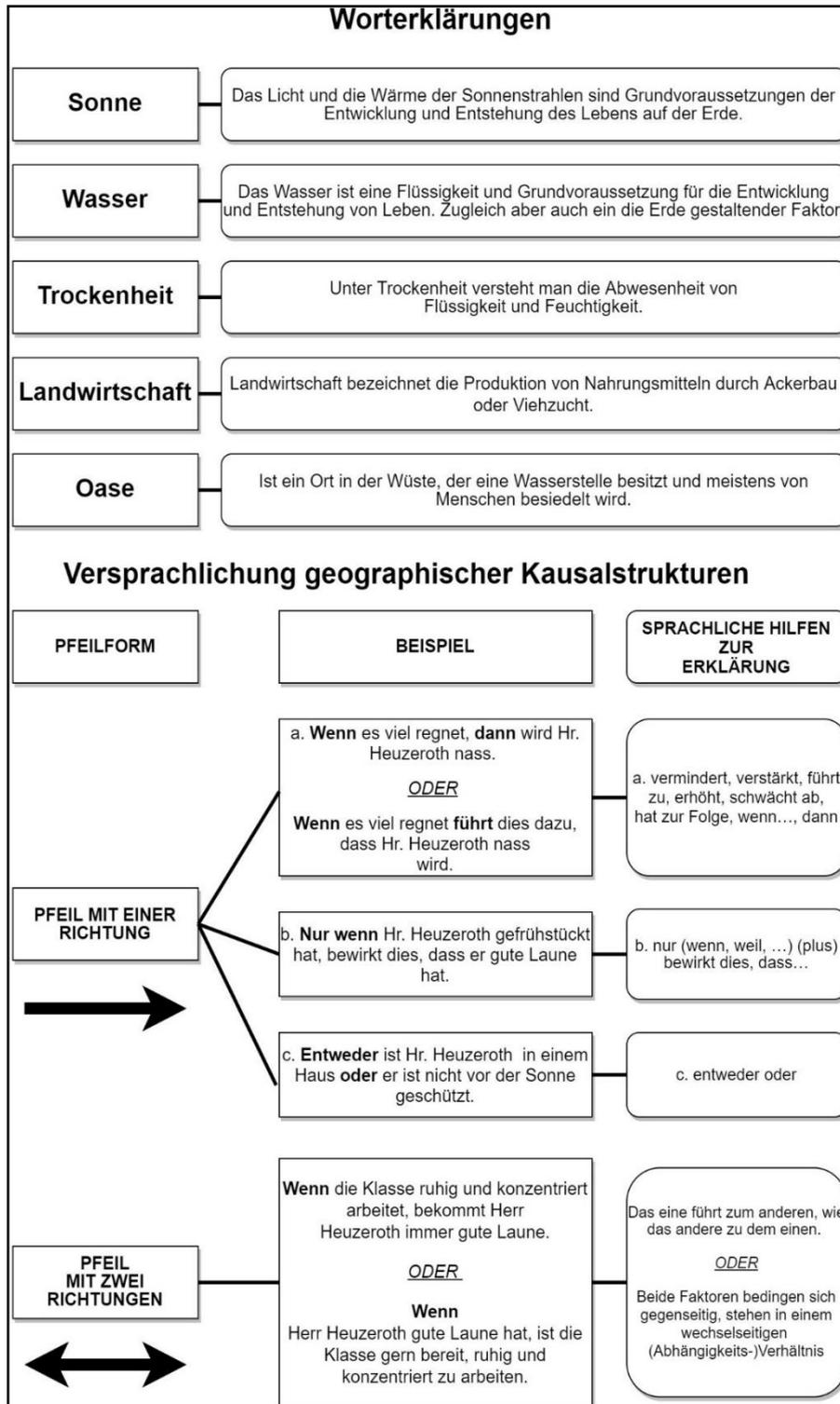
Im Rahmen der Unterrichtsreihe wurden ausgehend von einem Film über die Wüste (Fothergill (Regie). 2008. Planet Erde – Wüstenwelten. [Dokumentation]. BBC) individuelle Problemstellungen entwickelt; diese wurden im Folgenden projektorientiert und auf Grundlage eigener Rechercheergebnisse erarbeitet. Die selbstständig erworbenen Arbeitsergebnisse wurden in Form eines Museumsrundganges mit Hilfe von Lernplakaten präsentiert und abschließend mit einem durch die Schüler*innen angefertigten Quiz gesichert. Die zentrale Aufgabenstellung, d.h. das Entwickeln von Relationen zwischen Fachbegriffen (Systemelementen) aus dem Themenbereich Wüste, war zu beiden Erhebungszeitpunkten identisch (vgl. Figur 2).

Der Posttest lag am Ende der Unterrichtsreihe. Dabei wurden sprachliche und inhaltliche Hilfen angeboten (Intervention/Scaffold). So wurden die Fachbegriffe (Figur 3) sowie die Kausalitätsarten, Konjunktionen und indikative Wörter (Figur 3) und grafische Repräsentation (Scaffold, Figur 3) erklärt. Auf eine besondere sprachensible oder kausalitätssensible Lernumgebung während der Unterrichtsreihe wurde bewusst verzichtet, um Übungseffekte und weitere, das Ergebnis verzerrende Einflüsse zu vermindern.

In der Pilotierungsphase wurde der Erhebungsbogen von einer Klasse in der Einführungsphase (10. Klasse) getestet. Aufgrund der Rückmeldungen wurde der Bogen sprachlich vereinfacht, die Aufgabentypen präzisiert und das Arbeitsblatt im Layout verändert. Auch in Folge der Auswertung der Pilotstudie wurde die Forschungsfrage angepasst und präzisiert und die Entscheidung getroffen, auch auf Fehlerstrukturen beide Formulierungen von kausalen Verbindungen einzugehen.

Abbildung 12 (Figur 3)

Sprachlicher Scaffoldim Rahmen des Posttests (eigene Darstellung)



4.3.3 Analyse geographischer Kausalstrukturen

Gegenstand der Analyse sind versprachlichte geographische Kausalstrukturen (Kap. 4.2.3). Diese werden einerseits danach beurteilt, ob die fachlich richtige Vernetzung von raumbezogenen Einzelinformationen stattfindet. Andererseits wird untersucht, ob die sprachliche Zuordnung einer Wirkung als Ursache, mittels syntaktischer und lexikalischer Mittel, diese kausale Verknüpfung adäquat repräsentiert (Figur 4).

Abbildung 13 (Figure 4)

Der Analysegegenstand: Sprachliche Elemente einer geographischen Kausalstruktur (eigene Darstellung)



Da es um den kleinsten Baustein des Vernetzens gehen soll, wird vorrangig die Wort- und Satzebene untersucht (siehe Figur 4). Auf Wortebene gilt es, die Verwendung von passenden Fachwörtern (Substantiven, Nominalphrasen) als Repräsentation von Systemelementen und deren räumlicher Verortung zu analysieren. Ebenso bedeutend ist die Wahl des Verbes bzw. der Verb-Adverbial-Konstruktion (indikative Wörter, z.B. führt zu), als ein Marker für Richtung, Stärke und Zeit einer kausalen Verknüpfung.

Auf Satzebene sind Adverbialsätze Gegenstand der Analyse, insbesondere Konditional-, Kausal-, Konsekutiv- und Finalsätze (Breindl & Walter, 2009, 13-32). Im Beispiel (vgl. Figur 4) handelt es sich um einen Finalsatz. Der Nebensatz erklärt den Zweck/die Absicht (damit alles wächst) eines Sachverhaltes. Der Hauptsatz kennzeichnet oder erklärt den Sachverhalt als Grund (Für die Landwirtschaft benötigt man Wasser und Sonne.). Haupt- und Nebensatz werden jeweils mit einer

entsprechenden Konjunktion oder Subjunktion (Wortebene) miteinander verknüpft. Konjunktionen (weil, da), aber auch Adverbien (deshalb, deswegen) realisieren eine sprachliche Zuordnung kausaler Zusammenhänge (Blühdorn 2006, 258–262).

Zuerst wurde die Art des Kausalzusammenhanges erfasst, danach wurde diese hinsichtlich ihrer sprachlichen Qualität beurteilt und inhaltlich geprüft (vgl. Figur 5). Gemäß der Analysematrix (vgl. Figur 5) wurde die Kausalitätsart anhand der Elementanzahl (Fachwörter, drei Elemente: Landwirtschaft, Wasser, Sonne) und der zu erkennenden Ursachen/Folgen (Konjunktion: damit) eingeordnet. Danach wurden indikative Wörter (Verben: benötigt, wächst) sowie lexikalische (damit) und syntaktische (Finalsatz) Strukturen analysiert, um die sprachliche Korrektheit der Aussage zu prüfen. Dies geschah jeweils in der wiederholten Prüfung der inhaltlichen Richtigkeit. Falsche inhaltliche Antworten wurden hinsichtlich ihrer kausalen und sprachlichen oder inhaltlichen Fehler untersucht. Der Fokus der Prüfung fehlerhafter (kausaler) Sprachhandlungen war dabei vierfach, nämlich (1) der Gebrauch der Fachwörter, (2) die Nutzung indikativer Wörter (z.B. führt zu, vermindert), (3) die Nutzung von Konjunktionen/Adverbien (z.B. wenn, dann, deswegen) sowie auf der Satzebene und (4) der Einsatz von Hauptsatz-Nebensatz-Konstruktionen. Als Kriterium zur Bestimmung der sprachlichen Richtigkeit haben sich das angewandte Analyseinstrument für geographische Kausalstrukturen als sehr wirksam, einfach handhabbar und die angenommenen sprachlichen Kategorien als sinnvoll erwiesen (Figur 6).

Abbildung 14 (Figur 5)

Analyseschritte zur Untersuchung einer geographischen Kausalstruktur (eigene Darstellung)

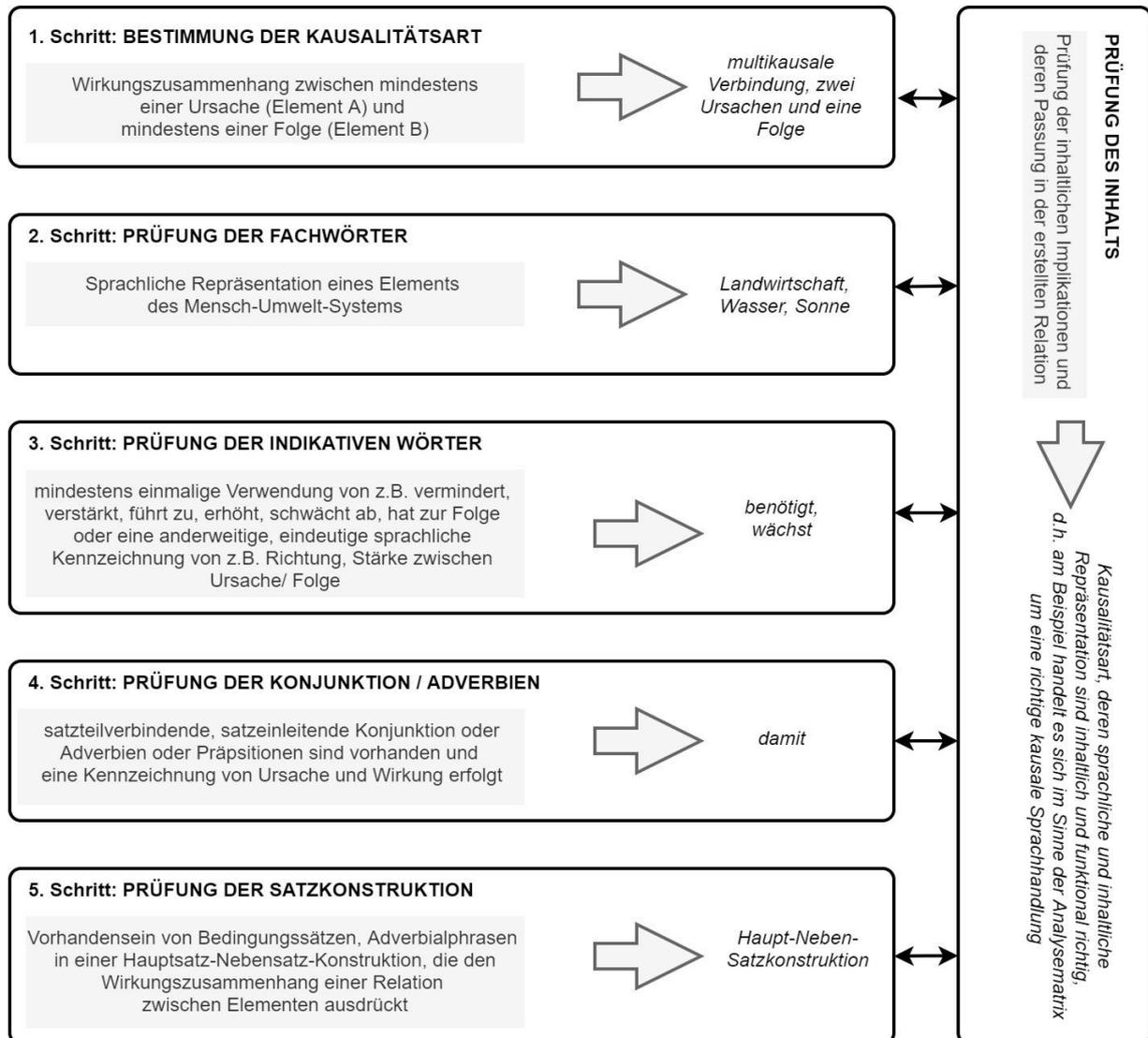


Abbildung 15 (Figur 6)

Beispiele für die Analyse geographischer Kausalstrukturen im Rahmen der Datenauswertung (eigene Darstellung)

	Analysekategorien ¹					Inhaltliche Richtigkeit
	Verbindungsart	Fachwörter	Indikative Wörter	Konjunktionen/ Adverbien	Satzkonstruktionen	
Beispiel	In der Wüste ist es sehr trocken, doch es gibt auch Oasen, bei denen man sich erfrischen kann.					
Bewertung	linear	1	0	0	1	0
Beispiel	In der Wüste ist es trocken und dort gibt es Oasen.					
Bewertung	linear	1	0	0	0	0 ²
Beispiel	Wenn die Sonne das Wasser verdunsten lässt, dann entsteht Trockenheit.					
Bewertung	multikausal	1	1	1	1	1
Beispiel	Das Wasser führt dazu, dass die Pflanzen und die Landwirtschaft gut gedeihen.					
Bewertung	multikausal	1	1	0	1	1 ³

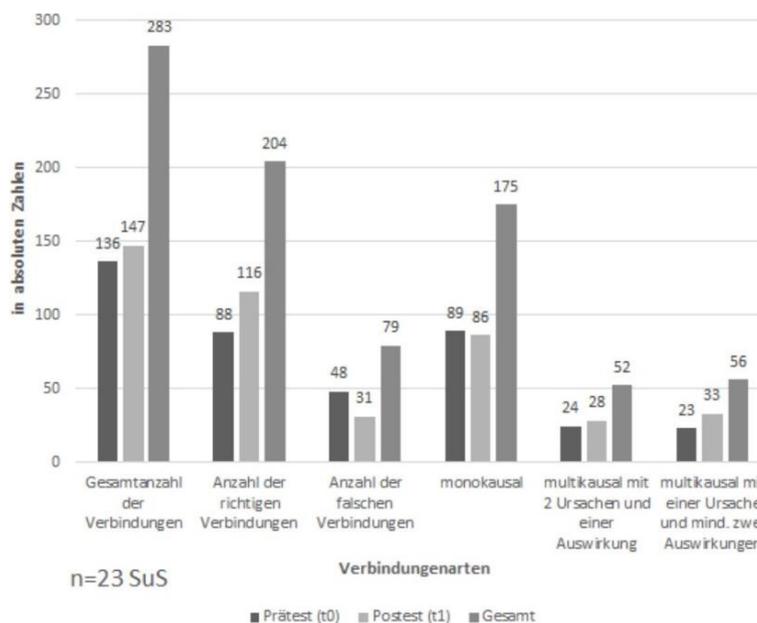
¹ Falsche (0) und richtige (1) Ausprägung des jeweiligen Kriteriums (dichotome Skalierung).
² Es handelt sich um einen korrekten Aussagesatz, d.h. ein Satz, der einen Sachverhalt einfach berichtend wiedergibt, jedoch keine geographische Kausalstruktur repräsentiert.
³ Der Bezug des Verbs *gedeihen* auf das Substantiv *Landwirtschaft* ist in diesem Satz sprachlich nicht korrekt, da jedoch die Aussageabsicht verständlich und die damit verbundene kausale Relation korrekt erkennbar ist, wurde die Kausalstruktur trotz sprachlicher Mängel als richtig gewertet.

4.4 Ergebnisse

Insgesamt ($t_0 + t_1$) wurden 283 von Schüler*innenn formulierte geographische Kausalstrukturen geprüft, von denen 204 (72,1%) als richtig, also kausal, sprachlich und inhaltlich korrekt bewertet wurden. Im Prätest wurden 136 Kausalstrukturen erstellt, davon wurden 64,7% ($n = 88$) als richtige Verbindung eingeordnet. Im Posttest waren es 147 Verbindungen, wobei 78,9% ($n = 116$) als richtig eingeordnet werden konnten. Es ist also eine Zunahme der richtigen Verbindungen von 31,8% in t_1 in Bezug zu t_0 festzustellen (Fig. 7).

Abbildung 16 (Figur 7)

Anzahl und Art geographischer Kausalstrukturen im Rahmen der Interventionsstudie (eigene Darstellung)



4.4.1 Typische Probleme bei der Versprachlichung von geographischen Kausalstrukturen

Insgesamt waren 27,9% (n = 79) der Verbindungen in t₀ und t₁ falsch (t₀: 35,3%; t₁: 21,1%). Die häufigste Fehlerkategorie war in beiden Erhebungszeitpunkten die Nutzung indikativer Wörter, wie z.B. führt zu, bewirkt oder daraus folgt (Fehlerhäufigkeit: t₀ n = 47; t₁ n = 29). Relativ betrachtet ändert sich der Anteil der indikativen Wörter als Fehlerursache im Prä- und Posttest äußerst geringfügig (t₀: 97,9% ; t₁: 93,5%). Absolut betrachtet bewirkte das eingesetzte Scaffold (Figur 2 und Figur 3) jedoch eine Verminderung der Fehlerhäufigkeit in dieser Kategorie um 44,9% (von t₀ n = 47 auf t₁ n = 29). Man kann von einer hohen Wirksamkeit des Scaffolds auf diesen Teil einer kausalen Sprachhandlung sprechen.

Die zweithäufigste Fehlerkategorie war im Bereich der Satzstrukturen festzustellen (Fehlerhäufigkeit: t₀ n = 37/77,1%; t₁ n = 24/77,4%). Das eingesetzte Scaffold (Figur 3) führte in dieser Kategorie zu einer starken Verringerung der Fehler bei der Konstruktion von Haupt-Neben- satz- Verbindungen um 35,1%. Im Bereich der Konjunktionen (z.B. weil, damit, dann; Fehlerhäufigkeit: t₀ n = 32, t₁ n = 27; Veränderung: - 18,2%) und der Fachwörter (z.B. Sonne, Oase, Trockenheit; Fehlerhäufigkeit: t₀ n = 17, t₁ n = 14; Veränderung: -17,6%), änderte sich die Fehleranzahl eher geringfügig.

4.4.2 Einflussgrößen auf die Formulierung von geographischen Beziehungen

Der Effekt des Scaffolds auf die Verbindungs- arten ist eher gering. Zwar gab es nach der Intervention eine Vergrößerung der Anzahl (Figur 7) der multikausalen Verbindungen von n = 47 (t₀) auf n = 51 (t₁), jedoch herrschte weiterhin eine Dominanz der monokausalen Verbindungen vor (t₀ n = 89; t₁ n = 86, Fig. 7).

Abbildung 17 (Figur 8)

Analyse einer fehlerhaften geographischen Kausalstruktur (eigene Darstellung)

	Analysekategorien ¹					
	Verbindungsart	Fachwörter	Indikative Wörter	Konjunktionen/ Adverbien	Satzkonstruktionen	Inhaltliche Richtigkeit
Beispiel	In einer Oase spielt die Landwirtschaft eine große Rolle.					
Bewertung	linear	1	0	0	0	0
Erläuterung	Kausalverbindung zwischen zwei Elementen	Fachwörter wurden hinsichtlich ihrer inhaltlich bedingten Relation richtig genutzt	Das Verb <i>spielen</i> in Verbindung mit dem Akkusativobjekt <i>eine große Rolle</i> bezeichnet keine fachlich eindeutige Relation hinsichtlich Richtung/Stärke oder des Wirkungszusammenhanges	eine Konjunktion ist nicht vorhanden	es handelt sich um eine einfache Hauptsatzkonstruktion mit unklarer kausaler Verweisstruktur	Es handelt sich bei diesem Beispiel um keinen Ausdruck einer fachlichen, eindeutigen kausalen Relation und wurde demzufolge als <i>falsch</i> gewertet

Falsche (0) und richtige (1) Ausprägung des jeweiligen Kriteriums (dichotome Skalierung).

Die oben genannte Steigerung der Verbindungen in t0 und t1 konnte durch eine statistische Signifikanz ($t(22) = |3,170|$, $p = .002$) die Wirksamkeit der Intervention bekräftigen. Die Effektstärke (nach Cohen 1988, S. 25–27) betrug dabei $d = 0.661$, was einen mittelstarken Effekt der Intervention auf die Anzahl der Verbindungen belegt. Der Einsatz eines sprachlichen Scaffolds erhöht also statistisch signifikant die Wahrscheinlichkeit, dass Schülerinnen und Schüler eine geographische Kausalstruktur inhaltlich und sprachlich richtig formulieren können. Eine statistische Signifikanz ($t(22) |2,470|$, $p = .011$) mit einer mittelstarken Effektstärke von $d = 0.515$ besteht zwischen der Intervention und der Zunahme der Richtigkeit der Kausalstrukturen. Gestützt wird diese Feststellung auch durch die absolute Zunahme der richtigen Verbindungen von ca. 31,8% ($t_0 n = 88/ t_1 n = 116$; Figur 7). Beide Ergebnisse bekräftigen in ihrer statistischen Signifikanz die positiven Auswirkungen der Intervention, d.h. auf eine Steigerung der Anzahl und der Wahrscheinlichkeit korrekter geographischer Kausalstrukturen.

Um den Einfluss bzw. die Wirksamkeit der Intervention auf einzelne Fehlerkategorien herauszufinden (Figur 8), wurden in einem zweiten Schritt erneut Mittelwerte gebildet und t-Tests durchgeführt (Figur 9).

Abbildung 18 (Figur 9)

Ergebnisse des t-Tests zur Wirkung der Intervention auf einzelne Analysekategorien geographischer Kausalstrukturen (eigene Darstellung)

	Gepaarte Differenzen					t	df	Sig. (2-teilig) ¹
	M	SD	SEM	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				untere	obere			
Fachwörter	-,04141	,24669	,05144	-,14808	,06527	,805	22	,429
Indikative Wörter	-,17471	,34954	,07288	-,32586	-,02356	2,397	22	,025
Konjunktionen	-,04153	,34058	,07102	-,18880	,10575	,585	22	,565
Satzstruktur	-,16151	,30745	,06411	-,29446	-,02856	2,519	22	,020
Inhalt	-,14541	,29488	,06149	-,27293	-,01789	2,365	22	,027

¹ Im Text wurden die Daten in einen einseitigen Test umgerechnet.

Anschließend wurden die jeweiligen Effektstärken berechnet. Mittels t- Test für abhängige Stichproben konnte ein positiver, statistisch signifikanter Zusammenhang mit einer fast starken Effektstärke zwischen der Wirkung des Scaffolds auf den richtigen Einsatz von indikativen Wörtern ($t(22)=|2,397|$, $p = .0125$, $d = 0.499$) sowie einer starken Effektstärke beim Erstellen einer angemessenen Haupt- Nebensatz-Struktur ($t(22)=| 2,519|$, $p = .010$, $d = 0.525$) nachgewiesen werden. Außerdem kann geschlussfolgert werden, dass die Intervention eine Verbesserung der inhaltlichen

Richtigkeit signifikant beeinflusst ($t(22) = |2,365|$, $p = 0.135$) und einen fast starken Effekt ausübt ($d = 0.493$). Ein positiver signifikanter Zusammenhang des Scaffolds (Fig. 3) auf das richtige Nutzen von Fachwörtern ($p = .215$) und die Verwendung von Konjunktionen ($p = .283$) konnte nicht belegt werden (Figur 9).

4.5 Diskussion

Im Rahmen der Studie waren ungefähr ein Drittel (27,9%; vgl. Figur 6) der von den Schüler*innen erstellten geographischen Kausalstrukturen sprachlich und inhaltlich unzureichend. Weiterhin wurde offensichtlich, dass eine starke Verbindung zwischen sprachlichen und inhaltlichen Problemen besteht (vgl. Figur 6, Figur 7 und Figur 8). Dies unterstreicht die hohe Relevanz, zielführende sprachliche Fördermaßnahmen für die Unterrichtspraxis zu entwickeln, um fachliches Lernen zu ermöglichen. Auf Grundlage der kritischen Diskussion der Ergebnisse sollen Konsequenzen für die zukünftige Entwicklung von inhaltlichen und sprachlichen Scaffolds im Geographieunterricht abgeleitet werden.

4.5.1 Typische Probleme von Schüler*innen bei der Formulierung von geographischen Kausalstrukturen

In Bezug auf die Forschungsfrage, welche Fehlerstrukturen vorliegen, können anhand der vorhandenen Daten und der überschaubaren Stichprobe für eine statistische Prüfung von 32 möglichen Archetypen von Fehlermustern, nur Aussagen mit eingeschränkter Belastbarkeit getroffen werden (Bortz, 1999).

Die Kategorie mit der höchsten Fehlerquote trat bei der Nutzung indikativer Wörter (z.B. führt zu, vermindert) und dem Entwickeln einer kausalen Satzstruktur (z.B. wenn-dann-Satz) auf, gefolgt vom fehlerhaften Einsatz oder Gebrauch von Konjunktionen und Fachwörtern (vgl. Figur 6, Figur 7 und Figur 9). Eine der Ursachen dafür könnte sein, dass vor allem indikative Wörter und die Satzstruktur die fachliche Relation, d.h. die Kennzeichnung von Ursache, Wirkung, Richtung, Stärke und Abhängigkeit sprachlich realisieren (propositionaler Akt, Klafunde, 2018a). Die indikativen Wörter haben eine zentrale syntaktische und semantische Funktion bei der Operationalisierung vernetzender/relationaler Denk- und Sprachoperationen. Die zu verwendenden Verbkonstruktionen stehen meist für sehr abstrakte Relationen, wie zeitliche Abhängigkeiten zwischen Systemelementen (Blühdorn, 2006). Dies führt zu einer situativen Unklarheit über die zu gebrauchenden sprachlichen Mittel und verhindert, dass Schüler*innen die passenden Verben oder Adverbien auswählen, um die Bedeutung der kausalen Verknüpfung kohärent zu konstruieren. Verstärkt wird die Unklarheit des Ausdrucks durch zumeist unzureichende Kenntnisse und Anwendungsfähigkeiten von grammatikalischer Komplexität, wie z.B. der passenden Wahl von Zeitform, Modus oder Aspekt des Verbes (Fischer, 2018). Dies führt dazu, dass inhaltsbezogene Bedeutungen einer kausalen Verknüpfung nicht durch syntaktische Mittel konstruiert werden können. Erschwerend kommt hinzu,

dass indikative Wörter oftmals semantisch intransparent sind. Ihre Bedeutung lässt sich nur schwer aus ihnen selbst ableiten und erklären, sodass ein fehlerhafter Einsatz wahrscheinlicher ist. Weiterhin könnten die Fehlerursachen in nicht vorhandenen mentalen Konzepten liegen, d.h. es fehlen gelernte oder „[...] auf Erfahrungen beruhende Wissenseinheiten“ (Klabunde, 2018b) in Bezug auf die notwendigen sprachlichen Mittel.

Bedeutungen bzw. Bedeutungszuweisungen beruhen in Satzkonstruktionen auf eben jenen Konzepten, die gelernt oder situativ konstruiert werden können/müssen. Sie sind Ausdruck eines semiotischen Dreiecks aus Symbol/Zeichen, Gedanke/Bezug und einem Referenten (Odgen & Richards 1923). Auf die Verwendung der indikativen Wörter sowie die Satzkonstruktion bezogen heißt dies: Der Gedanke veranlasst einen sprachlichen Ausdruck (z.B. Bedeutungszuschreibung eines Fachwortes oder einer Relation zwischen zwei Fachwörtern), doch zwischen dem Gebrauch (Symbol/Zeichen) einerseits und der Wahl passender Referenten andererseits treten Fehler auf, sodass Wahl und Einsatz der Verb- und Satzkonstruktion fehlerhaft erfolgen.

Die hohe Wirksamkeit der Intervention in dieser Fehlerkategorie erlaubt die Vermutung, dass Schüler*innen bei der Bedeutungszuschreibung durch das Bereitstellen entsprechender Verweisstrukturen zwischen einem Wort und dessen Bedeutung, z.B. visueller Hilfs- Karten oder sprachlicher Vereinfachungen unterstützt werden sollten (Gibbons 2015; Brooks 2016). Dies müsste jedoch in einem weiteren Forschungsvorhaben und anhand einer größeren Stichprobe untersucht und geprüft werden.

Gerade im Bereich der fehlerhaften Satzkonstruktionen ist wahrscheinlich die Bedeutungsvielfalt der einzelnen Adverbialphrasen eine zentrale Ursache für Fehler (Blühdorn 2006). Die Zuordnung einer inhaltlichen Relation zur richtigen Repräsentation von Bedingung, Folge, Grund und Zweck durch einen Bedingungssatz überfordert anscheinend die Schüler*innen. Hier gilt es ebenso, Interpretations- und Deutungshilfen anzubieten (Hoberg & Hoberg 2011).

4.5.2 Einflussgrößen auf die Formulierung von geographischen Kausalstrukturen

Das eingesetzte Scaffold (Intervention; Figur 3) hatte keine signifikante Wirkung auf die quantitative Steigerung von multikausalen Verbindungen (z.B. zwei Ursachen, eine Wirkung). Es dominieren vorwiegend monokausale Verbindungen, was die Annahme einer Reduktionsstrategie von Kaminske (2001) bestätigt. In t_1 erfolgte zwar eine Erhöhung der Anzahl der multikausalen Verbindungen, dies lässt jedoch keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Scaffold erkennen. Auffällig war bei der Analyse der Ergebnisse, dass Schüler*innen trotz der Verfügbarkeit des Scaffolds bei ihrer Strategie des problemlösenden Denkens verharrten, d.h. kaum eine Veränderung in den kausalen Verknüpfungsformen (mono- oder multikausal) in t_0 und t_1 stattfand. Sprachliche Scaffolds haben laut

der vorliegenden Studie nur eine geringe Wirkung auf eine Verbesserung der Entwicklung komplexer kausaler Sprachhandlungen als Ergebnis eines problemlösenden Denkprozesses.

Diese Einschränkung gewinnt Gewicht, wenn man die multikausalen Verbindungsarten und deren Veränderung in t_0 und t_1 als Indikator für Komplexität versteht. Die Ursachen dafür sind vielfältiger Art. Einerseits könnte dies in den entwicklungs- psychologisch bedingten Komplexitätsvorstellungen (u.a. Piaget, 1930) der Schüler*innen begründet sein. Vermutlich ist fehlendes (Vor-)Wissen und (Er-)Kennen des Systems Wüste und dessen Wechselwirkungsgesamtheit ein weiterer zentraler Faktor. Zudem liegt die Vermutung nahe, dass es die Schüler*innen inhaltlich und sprachlich überfordert, koinzidente Ursache-Wirkungs-Relationen zu erkennen, zu erklären und sprachlich angemessen zu repräsentieren (Kaminski, 2001; Betsch et al., 2011). Dadurch erfolgt eine hochgradige, individuelle und pragmatische Selektivität bei der Auswahl der Systemelemente und der Kausalverknüpfungen. Je nach Vorwissen und Interesse wird einem beliebigen Sachverhalt eine Ursache zugeordnet und diese Relation versprachlicht (Blühdorn, 2006). Monokausale Verknüpfungen entsprechen eher dem linearen Kausalverständnis der Schüler*innen, sodass eine umfassende Vernetzung nicht stattfindet (vgl. auch Kap. 5.3). Dies wiederum verhindert die Entwicklung von komplexen, systemischen Denkstrategien und damit eines elaborierten Verständnisses von Komplexität. Es bleibt bei einem vorrangig eindimensionalen Zugriff auf das Thema als Ausdruck einer unterrichtsbedingten Denktradition oder Zugriffsstrategie. Fehlende Denkwerkzeuge und ein unzureichendes Strategiewissen im Umgang mit komplexen Inhalten und Lernaufgaben könnte ebenso ein Grund für die Dominanz monokausaler Verknüpfungen sein (Mehren et al., 2015; vgl. Kap. 5.3).

4.5.3 Einfluss der Intervention auf die Formulierung von geographischen Beziehungen

Das Scaffold (Figur 3) hatte starken Einfluss auf den richtigen Gebrauch von indikativen Wörtern und Hauptsatz-Nebensatz-Strukturen. Durch die sprachliche Richtigkeit der Aussagen erhöhte sich wiederum die inhaltliche Richtigkeit signifikant. Es zeigt sich, dass je höher die Fähigkeit zu sprachlicher Komplexität ist, desto wahrscheinlicher ist die inhaltliche Richtigkeit geographischer Kausalstrukturen. Vermutlich hilft das Angebot von indikativen Wörtern, Gedanken und Denkprozesse ordnen und Ursache-Wirkungs-Zu-schreibungen bezüglich der einzelnen (erkannten) Systemelemente (eher) vorzunehmen bzw. diese versprachlichen zu können.

Einen nur sehr geringen Einfluss haben Scaffolds auf das Erkennen der Fachwörter und das Arbeiten mit diesen als Systemelementen. Weder bei der Extraktion noch beim Verständnis des Systemelements, welches durch ein Fachwort repräsentiert wird, steigt die Richtigkeit durch den Einsatz eines sprachlichen Scaffolds signifikant. Begründet werden könnte dies nach Ansicht der Autoren mit unzureichendem inhaltlichem Wissen und dem hohen Abstraktionsgrad von Fachwörtern

(Blühdorn, 2006; Klabunde, 2018b). Zwar ist die Richtigkeit der Nutzung von Fachwörtern in beiden Erhebungen gut, allerdings haben die Schüler*innen große Schwierigkeiten, diese als Elemente eines Systems zu begreifen, die in ein mannigfaltiges Geflecht von Beziehungen eingebettet sind. Hier leisten sprachliche Scaffolds nur einen eingeschränkten Beitrag zur Formulierung geographischer Kausalstrukturen.

4.6 Ausblick und Implikationen für den Unterricht

Sprachliche Scaffolds können die Anzahl und die Richtigkeit von durch die Schüler*innen formulierten Kausalstrukturen im Geographieunterricht erhöhen. Die eingesetzten Scaffolds (Figur 3) unterstützen die Schüler*innen jedoch nur eingeschränkt beim richtigen Gebrauch von Verbkonstruktionen, die die raumzeitliche Wirkung, Stärke und Richtung von fachlichen Relationen ausdrücken. Gleiches gilt für Satzkonstruktionen, die Ursache und Wirkung einer Relation zuordnen (Kap. 4.4.1 und Kap. 4.5.1).

Des Weiteren hat das Scaffold kaum Wirkung auf die Entwicklung multikausaler Verknüpfungen (Kap. 4.4.2 und Kap. 4.5.2). Auf Grundlage unserer Ergebnisse sowie des bisherigen Forschungsstands bedarf es daher für die kohärente Versprachlichung geographiebezogener Kausalstrukturen einer ganzheitlichen Förderung in einer inhaltlichen, sprachlichen und strategischen Dimension, die sich in der Unterrichtsplanung- und -realisierung ausdrückt. Inhaltlich sollte eine Verlangsamung des Lernens (Herrmann, 2009) sowie ein lerner zentriertes, kleinschrittiges, differenzierendes Vorgehen auf einer sprachlichen und inhaltlichen Ebene (Willis & Willis, 2011; Weis, 2013) beachtet werden. Ungerichtete, explorative Aufgabenstellungen (Sweller, 1988), die von einem wesentlichen Element (Zentralreduktion) ausgehen und eine komplexer werdende Vernetztheit fördern, könnten diese Verlangsamung unterstützen (Dörner, 2000).

Sprachlich wäre für die Extraktion von Systemelementen und für die Vernetzung notwendiger Informationen das Anwenden von Lesestrategien für diskontinuierliche und kontinuierliche Texte von großer Bedeutung (Leisen, 2012). Grundlegend gilt, dass für die Ausbildung von selbstregulativen Fähigkeiten (Roth, 2009) und komplexen Denkstrategien sowie zur Erhöhung der Sprachbewusstheit, umfangreiche Feedback- und Metakognitionsphasen ermöglicht werden sollten (Hasselhorn, 1992; Morawski & Budke, 2019).

Eine kausalitätssensible Lernumgebung macht die inhaltlichen, strategischen und sprachlichen Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler beim Vernetzen von Elementen bewusst zum Gegenstand und Ausgangspunkt des Denkens und Lernens in geographischen Kausalstrukturen. Die Entwicklung theoretischer wie unterrichtspraktischer Konzepte zur Förderung der Erstellung kausaler Verknüpfungen bleibt daher auch in Zukunft ein hochrelevantes Forschungsfeld.

4.7 Literatur

- Betsch, T., Funke, J., & Plessner, H. (2011). *Denken - Urteilen, Entscheiden, Problem- lösen: Allgemeine Psychologie für Bachelor*. Springer.
- Bette, J. (2014). Raumanalyse und Raumkonzepte: Planung und Durchführung von mehrperspektivischen und systemorientierten Raumanalysen in der Einführungsphase der Oberstufe am Beispiel Amazoniens. *Geographie aktuell und Schule*, 36, 21–40.
- Blühdorn, H. (2006). Kausale Satzverknüpfungen im Deutschen. *Pandaemonium germanicum* (10), 253–282.
- Blomberg, J., & Jessen, M. (2018). Einführung in die kognitive Linguistik. In M. Jessen, J. Blomberg & J. Roche (Hg.), *Kompodium DaF/DaZ Band 2. Kognitive Linguistik* (S.17– 42). Narr/Francke/Attempo.
- Bollmann-Zuberbühler, B., Frischknecht- Tobler, U., Kunz, P., Nagel, U., & Wilhelm- Hamiti, S. (2010). *Systemdenken fördern: Systemtraining und Unterrichtsreihen zum vernetzten Denken*; 1. - 9. Schuljahr. Impulse zur Unterrichtsentwicklung. Schulverlag Plus.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Springer.
- Braun, B., Bremm, A., & Classen, K. (2017). *Diercke - Geographie*. Westermann.
- Breindl, E., & Walter, M. (2009). Der Ausdruck von Kausalität im Deutschen: Eine korpusbasierte Studie zum Zusammenspiel von Konnektoren, Kontextmerkmalen und Diskursrelationen. *Amades*, Band 38. Institut für Deutsche Sprache.
- Brockmüller, S., Volz, D. & Siegmund, A. (2016). Der Einsatz experimenteller Arbeits- weisen zur Förderung geographischen Systemverständnisses bei Schüler/innen und Lehramtsstudierenden. In K.-H. Otto (Hg.), *Geographie und naturwissenschaftliche Bildung – Der Beitrag des Faches für Schule, Lernlabor und Hochschule: Dokumentation des 21. HGD-Symposiums im März 2015 in Bochum*. Geographiedidaktische Forschungen (Band 63) (S. 104–123). Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat.
- Brooks, C. (2016). Scaffolding im Geographieunterricht. In A. Uhlenwinkel (Hg.), *Essays zur Didaktik der Geographie* (S. 49–54). Universitätsverlag Potsdam.
- Budke, A., & Kuckuck, M. (2017). Sprache im Geographieunterricht. In A. Budke & M. Kuckuck (Hg.), *Sprache im Geographieunterricht. Bilinguale und sprachensible Materialien und Methoden* (S. 7–35). Waxmann.
- Budke, A. (2013) Einstiege. In M. Rolfes & A. Uhlenwinkel (Hg.), *Essays zur Didaktik der Geographie*. Potsdamer Geographische Praxis (Band 6) (S. 21–30). Universitätsverlag Potsdam.
- Budke, A., & Meyer, M. (2015). Fachlich argumentieren lernen. Die Bedeutung der Argumentation in verschiedenen Schulfächern. In A. Budke, M. Kuckuck, M. Meyer, F. Schäbitz, K. Schlüter & G.

- Weiß (Hg.), *Fachlich argumentieren lernen: Didaktische Forschungen zur Argumentation in den Unterrichtsfächern* (S. 9–30). Waxmann.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioural Science*. Routledge.
- Cummins, J. (1979). Cognitive/Academic Language Proficiency, Linguistic Interdependence, the Optimum Age Question and Some Other Matters. *Working Papers on Bilingualism*, 19, pp. 121–129.
- Cummins, J. (2008). BICS and CALP: Empirical and Theoretical Status of the Distinction. In N. H. Hornberger (ed.), *Encyclopaedia of Language and Education* (Vol. 62) (pp. 487– 499). Springer US.
- Czapek, F.-M. (2014). Denken und Schreiben in Zusammenhängen: Eine vernachlässigte Aufgabe im Geographieunterricht. *Praxis Geographie*, 44, 10–14.
- DGfG (Deutsche Gesellschaft für Geographie) (2020). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss: mit Aufgabenbeispielen*. Selbstverlag.
- Dieckmann, J. (2004). *Luhmann-Lehrbuch*. Fink.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer.
- Dörner, D. (2000). *Die Logik des Mißlingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Rowohlt.
- Edelmann, W., & Wittmann, S. (2019). *Lernpsychologie*. Beltz.
- Fischer, K. (2018). Grammatische Komplexität und semantische Transparenz in deutschen und englischen Satzstrukturen. In H. Kämper, P. Storjohann & S. Engelberg (Hg.), *Germanistische Sprachwissenschaft um 2020* (Band 2 Wortschatz: Theorie, Empirie, Dokumentation) (S. 91–124). De Gruyter.
- Fothergill, A. (2008). *Planet Erde* (Dokumentation). London: BBC.
- Fögele, J., Mehren, R., & Rempfler, A. (2020). Tipping Points – Schlüssel zum tiefgründigen Verständnis komplexer dynamischer Systeme bei Lernenden? *Zeitschrift für Geographiedidaktik | Journal of Geography Education*, 48, 83–100.
- Frohning, D. (2007). *Kausalmarker zwischen Pragmatik und Kognition: Korpusbasierte Analysen zur Variation im Deutschen*. Linguistische Arbeiten, Band 516. De Gruyter.
- Gibbons, P. (2015). *Scaffolding Language Scaffolding Learning: Teaching English Language Learners in the Mainstream Classroom*. Heinemann.
- Hasselhorn, M. (1992). Metakognition und Lernen. In G. Nold (Hg.), *Lernbedingungen und Lernstrategien- welche Rolle spielen kognitive Verstehensstrukturen?* (S. 35–63). Narr.

- Herrmann, U. (2009). Neurodidaktik – Neue Wege des Lehrens und Lernens. In U. Herrmann (Hg.), Beltz-Pädagogik. *Neurodidaktik: Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen* (S. 9–16). Beltz.
- Heuzeroth, J. (2018). Alleinstehende, Greise und kleine Kaiser? Die Bevölkerungsentwicklung Chinas mittels Zukunftsszenarien erarbeiten. *geographie heute*, 39, 17–21.
- Heuzeroth, J. (2019). Wir nehmen mehr, als das Mehr geben kann: Die Tragik der Allmende spielerisch entdecken. *Praxis Geographie*, 49, 14–18.
- Hoberg, U., & Hoberg, R. (2011). *Duden, Deutsche Grammatik*. Duden pur. Mannheim, Zürich: Dudenverlag.
- Kaminske, V. (2001). Strategien des Zugriffs auf vernetzte Raumsachverhalte. *Geographie aktuell und Schule*, 23, 15–23.
- Klabunde, R. (2018a). Pragmatik- sprachliches Schließen und Handeln. In S. Dipper, R. Klabunde & W. Mihatsch (Hg.), *Linguistik: Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten* (S. 128–144). Springer.
- Klabunde, R. (2018b). Semantik- die Bedeutung von Wörtern und Sätzen. In S. Dipper, R. Klabunde & W. Mihatsch (Hg.), *Linguistik: Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten* (S. 106–125). Springer.
- Kniffka, G. (2019). *Scaffolding*. In Sprache im Fach. Aufgerufen am 19.03.2021 unter <https://epub.ub.uni-muenchen.de/61965>.
- Köck, H. (2001). Typen vernetzenden Denkens im Geographieunterricht. *Geographie und Schule*, 23, 9–14.
- Leisen, J. (2012). *Der Umgang mit Sachtexten im Fachunterricht*. Aufgerufen am 19.03.2021 unter www.leseforum.ch
- Leisen, J. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fach: Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis; Grundlagenwissen, Anregungen und Beispiele für die Unterstützung von sprachschwachen Lernern und Lernern mit Zuwanderungsgeschichte beim Sprechen, Lesen, Schreiben und Üben im Fach*. Klett Sprachen.
- Luft, C., Manzel, S., & Nagel, F. (2015). *Scaffolding als Unterstützungssystem im sprachsensiblen Fachunterricht: Ansätze einer textsortenorientierten Sprachbildung im Politikunterricht*. Aufgerufen am 19.03.2021 unter <https://cives-school.de/wp-content/uploads/2015/11/CIVES-Forum3.pdf>
- Luhmann, N. (2018). *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Suhrkamp.

- Mehren, R., Rempfler, A., & Ulrich- Riedhammer, E. M. (2014). Denken in komplexen Zusammenhängen: Systemkompetenz als Schlüssel zur Steigerung der Eigenkomplexität von Schülern. *Praxis Geographie*, 44, 4–8.
- Mehren, R., Rempfler, A., Ulrich- Riedhammer, E., Bucholz, J., & Hartig, J. (2015). Wie lässt sich Systemdenken messen? Darstellung eines empirisch validierten Kompetenzmodells zur Erfassung geographischer Systemkompetenz. *Geographie aktuell und Schule*, 37, 4–15.
- Michalak, M. (Hg.) (2017). *Sprache als Lernmedium im Fachunterricht: Theorien und Modelle für das sprachbewusste Lehren und Lernen*. Schneider Verlag Hohengehren.
- Michalak, M., & Müller, B. (2017). Durch Sprache zum systemischen Denken. In H. Arndt (Hg.), *FAU Lehren und Lernen: Systemisches Denken im Fachunterricht* (Band 2) (S. 111–138). FAU University Press.
- Morawski, M., & Budke, A. (2019). How Digital and Oral Peer Feedback Improves High School Students' Written Argumentation—A Case Study Exploring the Effectiveness of Peer Feedback in Geography. *Education Sciences*, 9, 178 (S. 1–28).
- Müller, B. (2016). Komplexe Mensch-Umwelt- Systeme im Geographieunterricht mit Hilfe von Argumentationen erschließen: Am Beispiel der Trinkwasserproblematik in Guadalajara (Mexiko) [Dissertation, Universität Köln]. <https://kups.ub.uni-koeln.de/7047/>
- Nocik, L. R., & Bassok, M. (2005). Problem Solving. In K. Holyoak & R. Morrison (Ed.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (pp. 321–350). Cambridge University Press.
- Odgen, C. K., & Richards, I. A. (1923). *The Meaning of Meaning*. Routledge & Kegan Paul.
- Oleschko, S., Weinkauf, B., & Wiemers, S. (2016). *Praxishandbuch Sprachbildung Geographie: Sprachsensibel unterrichten- Sprache fördern*. Ernst Klett Sprachen.
- Piaget, J. (1930). *The Child's Conception of Physical Causality*. Kegan Paul, Trench, Trubner & Co. Ltd.
- Raschke, N. (2018). Concept Maps. Systematisierung und Visualisierung systemischen Denkens. *Praxis Geographie*, 48, 48–51.
- Rempfler, A., & Uphues, R. (2011a). Für ein adäquates Verständnis von Geosystemen. *Geographie aktuell und Schule*, 33, 4–10.
- Rempfler, A., & Uphues, R. (2011b). Systemkompetenz und Ihre Förderung im Geographieunterricht. *Geographie aktuell und Schule*, 33, 22–33.
- Rhode-Jüchtern (2001). Vernetztes Denken- Zauberwort mit Januskopf. *Geographie und Schule*, 23, 3–8.
- Riess, W., Schuler, S., & Hörsch, C. (2015). Wie lässt sich systemisches Denken vermitteln und fördern? Theoretische Grundlagen und praktische Umsetzung am Beispiel eines Seminars für Lehramtsstudierende. *Geographie aktuell und Schule*, 37, 16–29.

- Roth, G. (2009). Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? In U. Herrmann (Hg.), *Beltz- Pädagogik. Neurodidaktik: Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen* (S. 58–68). Beltz.
- Schuler, S., Vankan, L., & Rohwer, G. (Hg.) (2017). *Diercke - Methoden: Denken lernen mit Geographie*. Westermann.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs: Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin Company.
- Stein, P., & Bekalarczyk, D. (2010). *Analyse von Paneldaten - Ein Abriss ausgewählter Verfahren*. Aufgerufen am 19.03.2021 unter <https://www.uni-due.de/imperia/md/content/soziologie/stein/panelanalyse.pdf>
- Schwarze, S. (2019). Sprachsensibler Geographieunterricht. In Y. Danilovich & G. Putjata (Hg.), *Edition Fachdidaktiken. Sprachliche Vielfalt im Unterricht: Fachdidaktische Perspektiven auf Lehre und Forschung im DaZ-Modul* (S. 107–122). Springer.
- Schwarze, S. (2017). Das Prinzip des Scaffolding zur Förderung von Erschließungs- und Verbalisierungsprozessen von Klimadiagrammen im Geographieunterricht. In A. Budke & M. Kuckuck (Hg.), *Sprache im Geographieunterricht: Bilinguale und sprachensible Materialien und Methoden* (S. 141–155). Waxmann.
- Sweeney, L. B., & Meadows, D. L. (2010). *The Systems Thinking Playbook: Exercises to Stretch and Build Learning and Systems Thinking Capabilities*. Chelsea Green.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12, 257–285.
- Uhlenwinkel, A. (2013). Geographische Konzepte denken mithilfe von geographischen Konzepten. *Praxis Geographie*, 43, 4–7.
- Vester, F. (2015). *Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität; ein Bericht an den Club of Rome*. Dt. Taschenbuch-Verlag.
- Vygotskij, L. S., & Cole, M. (1981). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Weis, I. (2013). *DaZ im Fachunterricht: Sprachbarrieren überwinden – Schüler erreichen und fördern*. Verlag an der Ruhr.
- Willis, D., & Willis, J. R. (2011). *Doing Task-based Teaching. Oxford Handbooks for Language Teachers*. Oxford University Press.

5 The Effects of Multilinguality on the Development of Causal Speech Acts in the Geography Classroom

Zu zitieren als: Heuzeroth, J., & Budke, A. (2020). The Effects of Multilinguality on the Development of Causal Speech Acts in the Geography Classroom. *Education Sciences*, 10(11), 299, 1-24.

Abrufbar unter: <https://doi.org/10.3390/educsci10110299>

Abstract: This explorative, qualitative study examines the use and effectiveness of resources of multilinguality, with particular regard to the development of causal links in geography classes. Contentual and linguistic strategies of multilingual pupils in creating causal links were collected and evaluated systematically. This was done by means of a qualitative content analysis of oral, cooperative lesson sequences. A model on how to deal with multilingual, systemic learning settings is presented as a resulting hypothesis.

Keywords: resources of multilinguality; causal speech acts; systemic thinking; qualitative content analysis

5.1 Introduction

Approximately 30% of students in Germany possess a migrant background and non-German family language (e.g., Turkish or Russian; Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2018, p.93). The effect is a heterogeneity in experiences, intercultural backgrounds and spoken languages in families and schools—with all the potential connected hereto (Gogolin et al., 2020; Mayr, 2020; Oomen-Welke & Dirim, 2013). This lingual and cultural heterogeneity is currently being considered in subject teaching in no more than a negligible manner. Multilingual learning opportunities offer both cross-curricular, everyday life-integrating (Titz & Hasselhorn, 2017) and subject-specific language support (Brauner & Prediger, 2017). Furthermore, the research field of multilinguality is of high importance for around 140 German schools abroad, with their approximately 84,000 students, as well as around 1100 DSD schools (schools offering the German Language Diploma) with around 368,000 students (Zentralstelle für das Auslandsschulwesen, 2019, pp. 1–6). Especially since the teaching of geographical content in the context of teaching German as a foreign language (DaF) or in subject-related learning at German schools abroad takes place in multilingual realities, it is highly interesting to find out what effects multilingual learning settings have in these learning situations. In Germany as well, language promotion in geography classes has become a relevant research field in recent years (Budke & Meyer, 2015; Maier & Ganteford, 2018; Morawski & Budke, 2017; Oleschko & Grannemann, 2017). Most publications attend to language-sensitive teaching (Morawski et al., 2017; Oleschko et al., 2016;

Schwarze, 2019). There is, however, still a lack of research into the potential of multilinguality for teaching geography (Budke & Maier, 2019).

Resources of multilinguality have so far been ignored when organizing, planning and conducting geography lessons (Replinger & Budke, 2018). Therefore, this article examines the effects and potential of the presence of more than two languages on functional learning in geography classes. The reference framework for this study is teaching causal links, based on geographical content and technical language within the German school system abroad. The ability to make causal links, which is particularly important in geography lessons, is one of our “most central cognitive competences” (Waldmann, 2017, p. 1) that enables pupils to understand the complex system of causality (e.g., the phenomena of climate change) in our world. According to the authors, the assumption is obvious that multilingual learning settings support students in fulfilling the various contentual and linguistic challenges occurring when creating causal links.

Due to the increased language awareness (Bialystok, 2003; Jessner, 2017) and other cognitive transfer strategies (Li, 2018) of multilingual learners, however, it could offer enormous potential for teaching systemic thought processes (Mehren et al., 2015; Mehren et al., 2018) in geography lessons (Bender & Beller, 2016, p. 4), especially with regard to the development and verbalization of causal links. At the core of the analysis are linguistic strategies of students ($n = 10$) for developing contentual causal connections for the exemplified topic of tourism. The qualitative, explorative study was carried out in May 2019 in Bishkek (Kyrgyzstan).

The central research questions are:

1. *What is the influence of the particular strategies and resources of multilingual students on the contentual understanding of a topic in the classroom?*
2. *What effect do multilingual strategies in cooperative learning methods have on the creation of causal speech acts?*

Following a brief presentation of the current state of research on language-sensitive geography teaching, the concept of multilinguality is introduced. Then, linguistic and cognitive resources of multilingual students are identified based on existing research results. Proceeding from this theoretical basis, the empirical results are presented and discussed. Finally, ideas for multilingual geography teaching are developed.

5.2 Complex Language Brings about Complex Thinking?

The starting point for this study is the assumption that establishing multilingual geography classes may be a constructive contribution to subject-specific language promotion, in particular for promoting

geography-related, causal speech acts. Thus, the significance of language and language awareness for learning geography will be depicted in the following.

5.2.1 Significance of Language and Language Awareness for the Subject of Geography

Language is the medium, object and target of learning at school (Leisen, 2013, p.32). Language has several central functions in learning. As a medium, language enables communication and interaction (communicative function). Furthermore, language is the basis for learning content and thus for the development of skills and desired competences (cognitive function). Language is also an object or a tool of learning (epistemic function), both to tap into subject-related knowledge resources and to master subject-related language production (Oleschko et al., 2016, pp. 10–15; Ehret, 2017, pp. 10–11). In addition, language is a medium for assessing students' performance (Michalak, 2015, p. 13). Due to this central importance of language, the topic of subject-related language promotion or language-sensitive specialist teaching has received increased attention in recent years, including in geography lessons. Budke & Weiss (2017, p. 127) define language-sensitive geography teaching as teaching "which considers the subject-specific linguistic requirements for understanding and answering geographic questions in the classroom, based on students' preconditions."¹

The necessary subject-related language competences are termed subject-related language register (Maier & Ganteford, 2018, p. 224). Language promotion is supposed to happen at the level of words (e.g., technical terms as elements of the system), at the level of sentences (e.g., expressing a causal link using conditional clauses) and at the textual level (e.g., when reading technical texts). According to Budke & Kuckuck (2017, p. 22), this kind of language promotion in geography classes leads to the following academic language competences (CALP; Cummins, 1979): a. informational competence, b. knowledge and application of technical terms/language, c. competence to perform communicative actions, e.g., developing an argument or presenting content, d. discourse competence, and e. metacognitive skills which lead to developing a specific language awareness. Strategies to support language activities may, for example, be scaffolds (Gibbons, 2015, p. 35) that, e.g., reduce language barriers when developing causal links (Heuzeroth & Budke, 2021, pp. 25-27). The aim of subject-related language promotion is the reduction of language barriers for acquiring knowledge and the creation of subject-related language awareness.

So far, aspects of multilingual didactics have predominantly been researched in foreign language classes (Bredthauer, 2018; Busch, 2017; Mayr, 2020) or bilingual subject classes (Morawski & Budke, 2017). The studies by Weissenburg (2013, 2018) form an exception, where multilinguality in

¹ translated

geography was explicitly examined. The intra- and intersubjective potential of spatial learning in the context of multilingual, sensitive geography teaching were worked out exemplarily by the author. In their empirical study, Repplinger & Budke (2018) examined experiences and language use by multilingual students in both classroom and non-classroom contexts. They did not only work out the positive anticipations of monolingual German-speaking students but also those of the multilingual ones regarding multilingual lessons—potentially resulting in increased motivation, raised interest and more active participation. Furthermore, students have a very favorable attitude towards using authentic materials and towards an expected mutual intercultural gain. Budke & Maier (2019) have been able to show that the majority of surveyed students with multilingual backgrounds had been unable to apply their proper language skills in their school days.

5.2.2 Metacognition and Language Awareness

Language awareness and metacognition exert great effects on both the learning process and learning success (Hasselhorn & Gold, 2013, pp. 95-99). Language awareness is defined “as explicit knowledge about language and as a conscious perception and sensitivity during language acquisition, lessons and use” (ALA, 2012, quoted after Finkbeiner & White, 2017, p. 7). For the formation of language awareness, an awareness has to be raised for declarative (i.e., contentual) and procedural (i.e., strategic) knowledge (Lockl & Schneider, 2007, p. 255). By means of metacognition, students make their own learning processes (and language) an object of their thinking. Thus, they learn to monitor and control them (Schramm, 2010, p. 218). Metacognitive principles and phases in the classroom perform a central role in the development of language awareness and thus technical linguistic skills (Haukas, 2018, p. 14).

Language awareness is therefore of central importance for language promotion in geography lessons (Morawski & Budke, 2017, p. 77; Morawski et al., 2017, pp. 83–97). Improved language skills allow and enhance content-oriented learning processes (Allemann-Ghionda et al., 2010, p. 11). More sophisticated language skills furthermore permit more complex thought processes and lead to more complex language production (Oleschko et al., 2016, p. 15). Language awareness is also a crucial element when it comes to detecting language deficits and defining development goals. It is important for learning and applying strategies to overcome shortcomings (Haukas, 2018, p. 19).

Hauska (2018) and Jessner (2017, 2018) have been able to give evidence that multilinguality exerts a positive influence on the development of language awareness and metacognitive strategies. This positive finding is particularly relevant for the presented study. It can be assumed that by deliberately choosing and comparing languages, by using multilingual material or by carrying out multilingual

teaching sequences, the resources of multilingual learners are activated. Multilingual geography teaching could thus have a reinforcing effect on the development of language awareness (Jessner, 2017, pp. 24–25). Multilinguality, language awareness and metacognitive skills are mutually strongly interconnected, positively affecting the development of causal language competences.

5.2.3 Complex Systems and Their Causality

Human–environment systems and their causal interrelations are fundamental issues in geography lessons. Insight into the contentual and linguistic peculiarities of these systems is a precondition for the targeted development of (multilingual) promotion strategies in the context of causal links. This happens to initiate higher degrees of geographical systemic competences (modeled after Mehren et al., 2015, p. 6).

5.2.4 Complex Systems and Causality as Learning Objectives in the Geography Classroom

A central topic in geography lessons is complex systems (DGfG, 2017, p. 10). This comprises, for example, the totality of relations and phenomena connected with traveling in the context of an integrated tourism model (Freyer, 2015, p. 3; p. 51). According to Müller (2016, pp. 37–39), a complex system is constituted by elements (e.g., players, like tourists or travel agencies), the degree of connectedness (e.g., system organization, intensity of touristic exploitation) and the space–time dynamics (e.g., temporal and spatial development of organizational processes, tourist figures, touristic offers). The starting point for analyzing a system can be a complex, geographical problem, e.g., the observation that a human–environment system is fragile, not sustainable or dysfunctional. One example is the destruction of the ecosystem by the overexploitation of resources through tourism. The target might be to analyze the causes of destruction and overexploitation and to examine the connections between touristic potential and touristic exploitation in order to understand the consequences. This analysis puts students in a position to define an operational goal (e.g., environmental protection) and develop solution strategies (e.g., sustainable forms of tourism) to alter the system according to these targets. Frequently, an important object for analysis in complex systems is causalities, or more specifically, causal links.

Causality is a functional relation between a cause and an effect. This relation bears three aspects: (a) its effectiveness, i.e., the potential to evoke a certain effect or the very causing (e.g., spatial changes through tourists, as a result of effects), (b) the effecting (e.g., players, geological factors) and (c) the interdependencies of cause and effect (e.g., motifs and interests of players). An effect cannot be placed before its cause in time (Asmuth, 2008, p. 290). Luhmann (2018) sees causality positioned

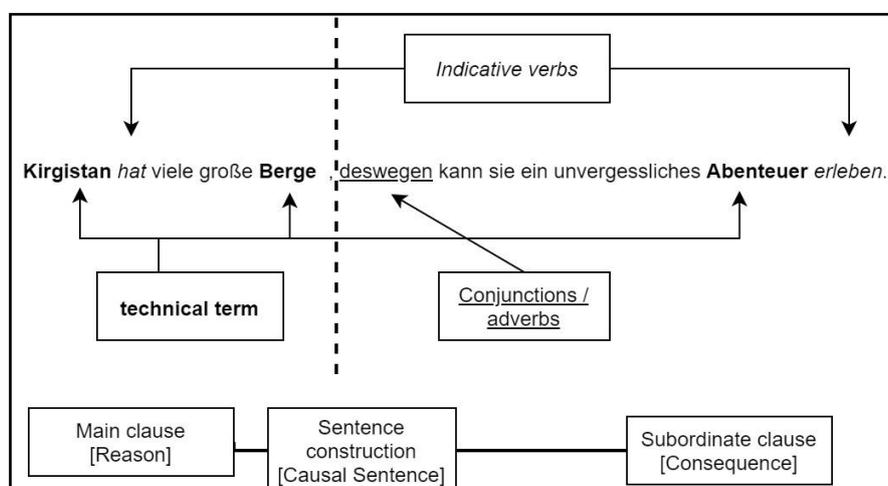
within a system which only appears in dynamic (disbalanced) systems. Moreover, causality is always self-referential, i.e., it exclusively refers to relations between elements in the same system. The attribution of cause and effect happens, however, from outside by an observer (Dieckmann, 2004, p. 91; Luhmann, 2018). A causal scheme is valid only for one system (“limitational”). In geography lessons, causal thinking is an operation which often means concluding backwards from observable effects (e.g., decline of species, pollution) to their causes (e.g., lifestyles, touristic trends, consumer behavior). Subsequently, the relation (e.g., more tourists, increased resource consumption) is reconstructed logically. These operational components are then expressed/converted in written or oral language (Dörner, 2000, p. 98).

5.2.5 Linguistic Features of Causal Links in the Geography Classroom

The verbalization of causal thinking requires a specific content-related language register. This is in each case bound to the specific situation of its use, which is predefined by the geographic content and its inherent structure (Maier & Ganteford, 2018, p. 242). Thereby, three distinct levels determine a causal connection from a linguistic (and thus also geographic) point of view: real-world (geographic) relations, speaker’s assumptions and attitudes (subjective, mental spatial concepts) and the speech act situation (didactic space in the geography classroom; after Sweetser, 2002). A causal speech act in the geography classroom is commonly understood as a sentence made of technical terms, indicative verbs, main/subordinate clause constructions as well as conjunctions/adverbs/prepositions. These elements will be briefly presented in the following (Figure 1; Breindl & Walter, 2009, pp.20-22).

Abbildung 19 (Figure 1)

Characteristics of causal speech acts (own illustration)



Content-related geographical technical terms (e.g., “destination”) or phrases consisting of nouns and adjectives (e.g., “touristic potential”) mark the system elements and their spatial localization. Verb constructions (e.g., “reduce”, “require”) or adverbial phrases (e.g., “due to the high consumption...”) express the time, direction and intensity of the causal interdependence, thus characterizing the relations between the elements (Blühdorn, 2006, pp. 256–259), (Klabunde, 2018, p. 108). Using adverbial clauses consisting of a main/subordinate clause construction allows the marking of cause and effect on the sentence level. Different sentence types feature specific (causal) attributes. Causal sentences allow a reason (“Why?”) to be connected with a consequence. Conditional sentences connect a reason with a condition (“Under which condition?”). Consecutive sentences connect a cause with a consequence (Rödel, 2016, p. 328). Less common are, for example, concessive sentences. The example given (Figure 1) is a causal sentence. The subordinate clause (therefore, she can experience an unforgettable adventure) has the function to define a consequence for the reason (Kyrgyzstan possesses many high mountains) in the main clause (carrier sentence) (Hoberg & Hoberg, 2011, p. 378). Main and subordinate clause are introduced with a (causal) conjunction, subjunction or adverbs, e.g., “as” and “because”, “since”, “that’s why” (in the example Figure 1 with the adverb “because of this”). They express the dependence between cause and effect. They work as causal markers on a lexical level (Blühdorn, 2006, pp. 258–262). A successful causal speech act in a geographic sense is contentually and linguistically coherent. Linguistic coherence occurs where spatial, temporal and causal encoding allow a linguistic attribution of cause and effect (Blühdorn, 2006, p. 280). Contentual coherence means that this very linguistic attribution of a cause to an effect corresponds to the current state of geographical or scholarly knowledge.

5.3 Multilinguality—A Resource for Developing Causal Links?

Multilinguality or multilingualism is omnipresent, be it on Instagram or in popular music. The various forms of using more than one language permeate directly or indirectly every facet of human life, from multilingual social arrangements up to multilingual individuals (Singleton et al., 2013, p. 4).

5.4 Multilinguality—Characterization of An Everyday Phenomenon

In contrast to the term multilingualism, which is more commonly used in the current literature and focuses more on the acquisition process and the result of this process, the term multilinguality is used in this study. Multilinguality refers more to the individual, inner constructs of the speakers, their emotions, attitudes, preferences and mindsets (Aronin & Ó Laoire, 2004, pp. 15–24). In fact, there exists no unitary concept of multilinguality or multilingualism.

A rough differentiation is made between internal and external multilinguality (Franceschini, 2011, pp. 345–346). Internal multilinguality, which this article focuses on, refers to individuals who use more than one language separately or in a mixing manner, at diverging degrees of competence (Maher, 2017, p. 3). Several languages are connected interactively as an “internal multilinguality” in their cognitive system (“plurilingualism”, Hu, 2010, p. 214). This implies, however, that individuals create many of their own variations of one or several languages (Oomen-Welke & Dirim, 2013, p. 8). Lüdi and Nelde (2004, p. VIII) define multilinguality as “a repertoire which allows to satisfy everyday communication needs, both oral and written, in different situations and interchangingly in several languages.” Herdina und Jessner (2002) explain the acquisition and the use of different languages in their “dynamic model of multilinguality (DMM)” in the following way: languages are understood as complex, interacting and adaptive systems, that interfere mutually and are additionally influenced by external factors (Jessner & Allgauer-Hackl, 2015, p. 212). A multilingual individual disposes of the linguistic knowledge and the contextual/social experience to decide as to how and when a domain-specific language is appropriate in a given social situation (Trim, 2013, p. 17). Beyond this, there are differences between types of multilinguality in relation to the age at the beginning of and its intensity in the course of the acquisition process.

Whether the acquisition process happens naturally or controlled, combined or coordinated, simultaneously or successively, also influences the development of internal multilinguality (Bot, 2018, p. 19). Differences in the acquisition processes are causes for asymmetric competence levels. Müller et al. (2011) explain these differences with a domain-specific development, based on the frequency of use, the appropriateness and the practicability. Therefore, multilingual speakers are able to communicate better or worse in different languages, depending on the situation, content and target group. Multilinguality is presented as a social situation in which, apart from the standard or national language, several languages are spoken (Maher, 2017, p. 3). This can be designated as external multilinguality. Hu (2010, p. 214) describes external multilinguality as “additive coexistence of several languages in a society”; according to Gogolin (2013, p. 342), it is a “coexistence of one or several main communication languages”. This includes aspects of social and institutional multilinguality (e.g., several languages in governmental institutions, like schools; Garibova, 2018, pp. 30–32)). Origin-related heterogeneity, spatially related language varieties and dialects generally determine the multilinguality of a society. A special variant of external multilinguality is diglossia.

5.5 Multilinguality—A Resource for the Development of Causal Links in the Geography Classroom?

Cook (Cook, 1992)[69] brings up a multi-competence of multilingual learners that is expressed in a (a) lingual, (b) cognitive, (c) intercultural and (d) communicative dimension. Based on earlier studies, the following types of potential (cf. Figure 2) of this multi-competence can be identified for the acquisition of a technical language (here, causal speech acts):

(a) Jessner (2002, 2006, 2017, pp. 35–37) explains the augmented speech act competence of multilingual learners by a raised metalinguistic and interlinguistic awareness. Other authors justify the linguistic competences of multilingual individuals through the concept of “translanguaging” (Lewis et al., 2012; Vogel & García, 2017, p. 5). Translanguaging is the dynamic and functionally integrated use of different languages and language varieties. Predominantly, it is, however, a process of knowledge construction that goes beyond language(s) (Li, 2018, p. 15) (Figure 2: linguistic dimension). Both approaches refer to a linguistic and cognitive metasystem which, via permanent monitoring processes, enables multilinguistic individuals to communicate more flexibly, more creatively and more compatibly to the situation (Jessner, 2006, p. 89). These metasystems and monitoring processes are manifested through code-mixing and code-switching strategies. Code-mixing means lexical, syntactical merging of different languages. Code-switching, on the other hand, means the changing of languages while maintaining their lexical and syntactical structures (Riehl, 2002, pp. 63–64; Riehl, 2019, pp. 1–3). The linguistic metasystem leads, among the majority of multilingual individuals, to a higher syntactical and semantic understanding, as well as an extended lexical knowledge (Jessner & Allgauer-Hackl, 2015), depending on what language(s) are activated and used (language mode; Grosjean, 2013, p. 9; Dunn & Fox Tree, 2014, pp. 610–613). This allows multilinguals to deal with language in a more complex way, i.e., finding matching technical terms or verb or sentence constructions more easily or identifying mistakes (“language management”). Moreover, in language acquisition, they are more capable of developing mental concepts of technical terms or of conserving or expanding language skills (“language care”; “Sprachpflege”; Jessner, 2017, pp. 24–25; cf. Figure 2: linguistic dimension). Content, meaning and language can possibly be constructed more coherently through more conscious monitoring and control of language production and language repertoire (Schramm, 2010, p. 214; cf. Figure 2: contentual and linguistic coherence). A side effect of multilingual lesson sequences is the reduction of language monitoring processes, for a lesser need of internal and external language monitoring enables a freer use of languages. Thus, learners may invest learning-related activities into problem-solving and doing the very tasks (Riehl, 2002, pp. 74–75). This does not only raise the

probability of learning the technical language successfully but also that of solving language-based, complex, problem-oriented tasks (Chamot, 2004).

(b) Because of their process-oriented, changing use of different language systems and structures and the connected use of different multiple meaning systems, as well as their subjective attitudes, multilingual individuals possess a transformative capacity (Figure 2: cognitive dimension) that not only affects the present language systems but also cognition processes (Li, 2018, p. 27; cf. Figure 2: cognitive monitoring). Lewis et. al. (2012) maintain that through this transformative capacity, cognitive processing skills, particularly when listening and reading, are promoted. Additionally, the multilingual language concept enhances the assimilation and accommodation of information in the mental lexicon (Neveling, 2010, p. 217). Language and content would then not only stimulate a linguistic translation but also a search for parallel linguistic expressions in the second (L2) and third language (L3). This switching between and within language(s) augments the transfer of meaning and the understanding of lexical and syntactic structures. This “language networking” increases the depth of cognitive processing and thereby the cross-linking in the mental lexicon, having a distinctively positive effect on learning (Schüler-Meyer et al., 2019, p. 173; cf. Figure 2: information processing in the mental lexicon). What follows further is an improved capacity to (re-) organize knowledge bases (i.a. Mazak, 2017, Figure 2). Language awareness facilitates the selection of information from memory, which is required for communication in oral and written form (Roche, 2018, pp. 65–66). Furthermore, it is often mentioned that multilingual learners show increased creativity when dealing with problem-solving processes (Jessner & Allgauer-Hackl, 2015, p. 212; cf. Figure 2: e.g., creativity in problem-solving processes).

Jessner (2017) suggests that multilingual individuals, compared with monolingual ones, demonstrate stronger analytical skills. Bialystok (2003) finally found that increased language awareness leads to a more intense and more complex activation of mental representations of what had already been learned, yet coded in a different language, be it previous experiences or declarative knowledge (cf. also Prediger & Redder, A., 2020). The intensified activation of present knowledge increases the probability of understanding tasks (cf. Figure 2: task understanding) and solving complex problems, to verbalize them and incorporate/transfer them into everyday contexts (Bialystok, 2003, p. 204; Prediger, Uribe, & Kuzu, 2019, pp. 20–24).

(c) Language is also an expression of identity. Multilingual lesson sequences foster a positive appreciation of the learners’ background and language. Multilinguality in the classroom thus promotes identity formation and personal development (Fürstenau & Gomolla, 2011, p. 25, p. 36), resulting in positive self-esteem (cf. Figure 2). Additionally, origin-related experiences, views and influence factors

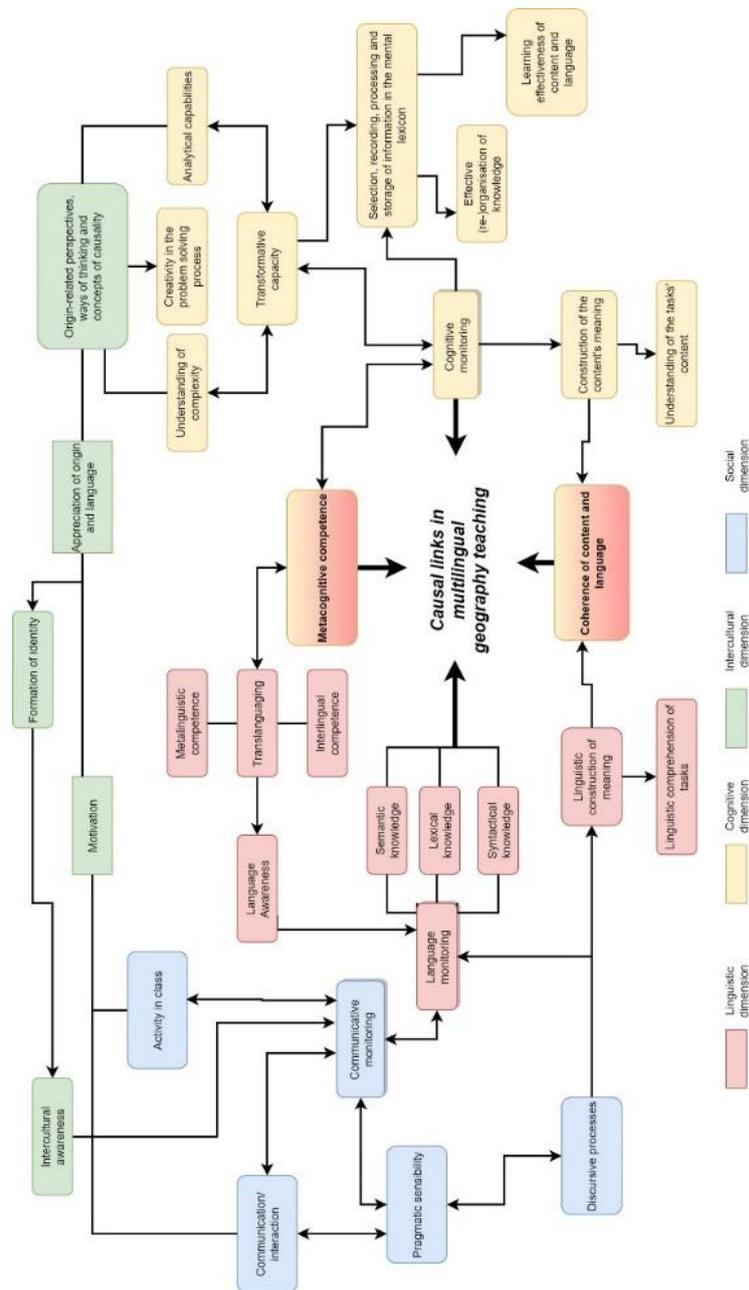
become an object of learning processes (Mayr, 2020, pp. 54–55; Figure 2). This as a whole strengthens emotions related to learning, affecting the volitional and metacognitive control of learning behavior. Thereon depend i.a. learning motivation, the application of cognitive resources, as well as strategies of information intake and memorization (Pekrun & Schiefele, 1996, pp. 153–180; cf. Figure 2 motivation). Taking linguistic plurality into account in itself positively affects functional and intercultural learning (Bredella, 2010, p. 125). What is more, linguistically and culturally typical conceptualizations and ways of thinking are available for elaborating functional content and thus for functional learning (Prediger & Redder, A., 2020; cf. Figure 2: ways of thinking and causality concepts).

(d) A raised language awareness finally affects social competences in a favorable way. Bredthauer (2018) highlights the social dimension of multilingual lesson sequences. They increase motivation to learn languages and to participate in classroom activities. This again strengthens social and thus communicative activities of learners (cf. Figure 2: activity in the classroom; communication/interaction). Furthermore, language awareness leads to increased communicative sensitivity and metapragmatic skills (Gnutzmann, 2010, p. 17). Auer (2009) explains elevated discourse and interaction capabilities by language-integrating code-mixing and code-switching strategies. Both have been described as bringing about an improved speech act capability (Mayr, 2020, p. 18). Therefore, multilingual individuals possess a higher “pragmatic sensitivity” (Herdina & Jessner, 2002, p. 106; cf. also Figure 2) and may better adapt to the language needs of their counterparts. Considering student-related multilinguality for lesson planning would finally be just another dimension of a student-oriented, internally differentiated, individual, inclusive and resource-centered learning setting (Bredthauer, 2018, pp. 280–281).

Furthermore, no studies exist so far on the actual effects of multilinguality in the context of the subject geography. It is primarily for this reason that the present study analyzes the use of multilingual learning settings and the important accompanying aspects that need to be considered.

Abbildung 20 (Figure 2)

Possible effects of multilingualism on the development of causal language actions (own illustration).



5.6 Research Design

To investigate the research questions, a qualitative intervention study was conducted, with an explorative survey approach and inductive category formation (Döring & Bortz, 2016, pp. 222–223). The central analytical approach is qualitative content analysis according to Mayring (2015) and Mayring

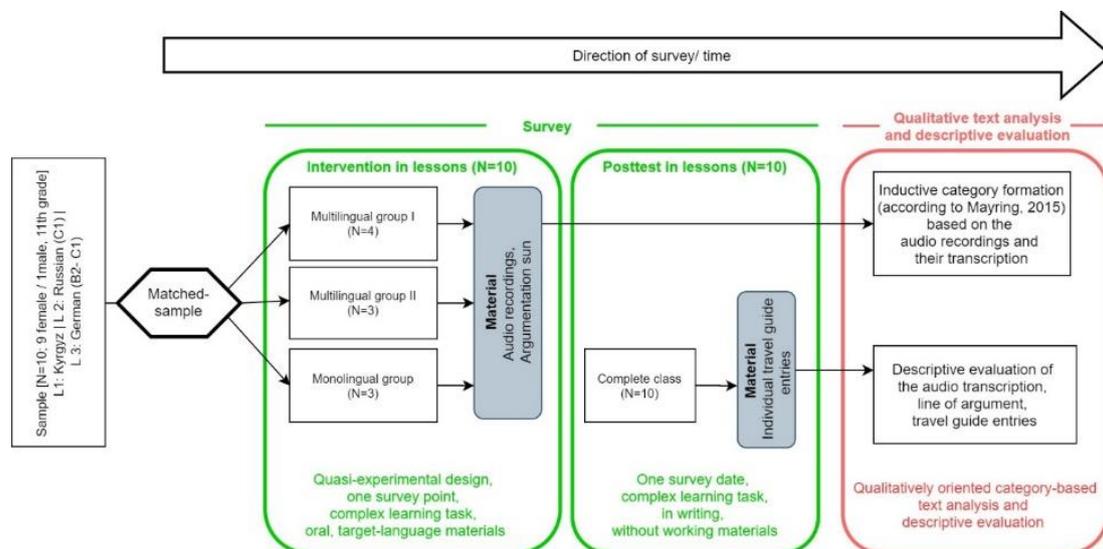
& Fenzl (2019). The study was conducted in a quasi-experimental design; the date of the survey was in May 2019 (Shadish et al., 2002, p. 115).

5.6.1 Target Group, Developmental Situation and Socio-Cultural Background

The sample group ($n = 10$) consisted of multilingual students in the 11th grade (9 female/1 male) at a governmental school in Bishkek/Kyrgyzstan (cf. Figure 3). One author of the present study worked as a teacher for the 16- to 17-year olds within the German foreign school service (Zentralstelle für Auslandsschuldienst, ZfA) for the subjects German as a foreign language and German regional studies. The goal was to prepare students for the German language diploma, level II (C1).

Abbildung 21 (Figure 3)

Survey design (own illustration)



Besides the promotion of all basic language skills (reading, speaking, listening, writing), teaching thinking tools and strategies for successfully passing the written communication exam (discussion; “problem-focused argument”) was central. Potential exam topics were explicitly geographical issues, namely “migration” and “environment”. The study was conducted during four lessons. The group of students was picked because of their trilinguality. This yields a transfer potential to German schools abroad as well as German domestic schools, where, by now, there are also many multilingual children. The students’ mother tongue is Kyrgyz. Additionally, Russian is spoken at a native speaker level. Language skills in German are predominantly on the level B2-C1 (Trim, 2013). The individual language proficiency in the third language (German) was measured based on the German language diploma, level II (Deutsche Sprachdiplom/DSD II). Students mostly belong to a better

educated, urban, Kyrgyz social milieu. Learning German is generally highly favored in Kyrgyzstan, and the Sotylganow-Gymnasium in Bishkek enjoys a particularly good reputation in this respect.

5.6.2 Background of Material Development

Materials, tasks and tests of the present study were piloted in a 10th grade sample, tested and slightly modified (Weichhold, 2019). Departing from a complex, problem-oriented question (“Why ought Ms. Angelika H. visit Kyrgyzstan?”), students were asked to elaborate cause–effect relations on the topic “The touristic potential of Kyrgyzstan”. The given information was based on three different topical pieces of material consisting of continuous texts in the German language (a. natural environment’s potential, b. touristic infrastructure, c. cultural space’s potential). To avoid contentual overload (Paas et al., 2004), each of the materials contained no more than 6 core pieces of information on each topical aspect. By means of this information, 10-15 factually plausible causal connections could be established.

To minimize further language barriers and contentual overload, students were given scaffolding offers on 4 levels: at the sentence level, technical terms and unknown words were explained. At the sentence level, an explanation on the use of conjunctions in causal sentence structures (e.g., “if-then-connections”) was provided. A graphic presentation of causality was used to visualize the connection between word and sentence level. An argumentation sun (“Argumentationssonne”, Kuckuck, 2012) was offered to aid with syntactical structuring of causal speech acts.

Speech acts of multilingual and monolingual groups were compared in order to examine the influence of multilingual strategies and resources and their effects. The composition of the three groups took place according to a “matched sample” (Döring & Bortz, 2016; Shadish et al., 2002). In order to increase the internal validity of the study (Döring & Bortz, 2016, p. 184, p. 203), two multilingual groups, that were allowed to use all potentially available languages, were established (cf. Table 1). On the one hand, relatively homogenous groups were to be formed, regarding capabilities and language skills. On the other hand, the effect of capability and language skills was to be reduced, being confounding variables that may distort results (Yu & Schwieter, 2018, p. 5).

Matching pairs were formed with regard to their German language skills (DSD II results), as well as their marks in mathematics, biology, Kyrgyz literature and Russian. In order to research metalinguistic and problem-solving strategies for establishing causal links, group discussions were recorded with mobile phones. Additionally, written results of the introduction, of the audio recordings, an observation protocol of the experimental situation and individually written guidebook entries (post-test) by students were included (Figure 3) for a methodological triangulation (Lamnek & Krell, 2016, p.

267; Pryzborski & Wohlrab-Sahr, 2019, p. 110). The guidebook entries were created in a lesson later on, with the target of checking the contentual quality of causal links. Thereof, the authors were hoping to conclude on the general learning effectiveness of the lessons. Moreover, individual data (guidebook accounts) were used to monitor the students' metalinguistic competences (cf. Figure 2).

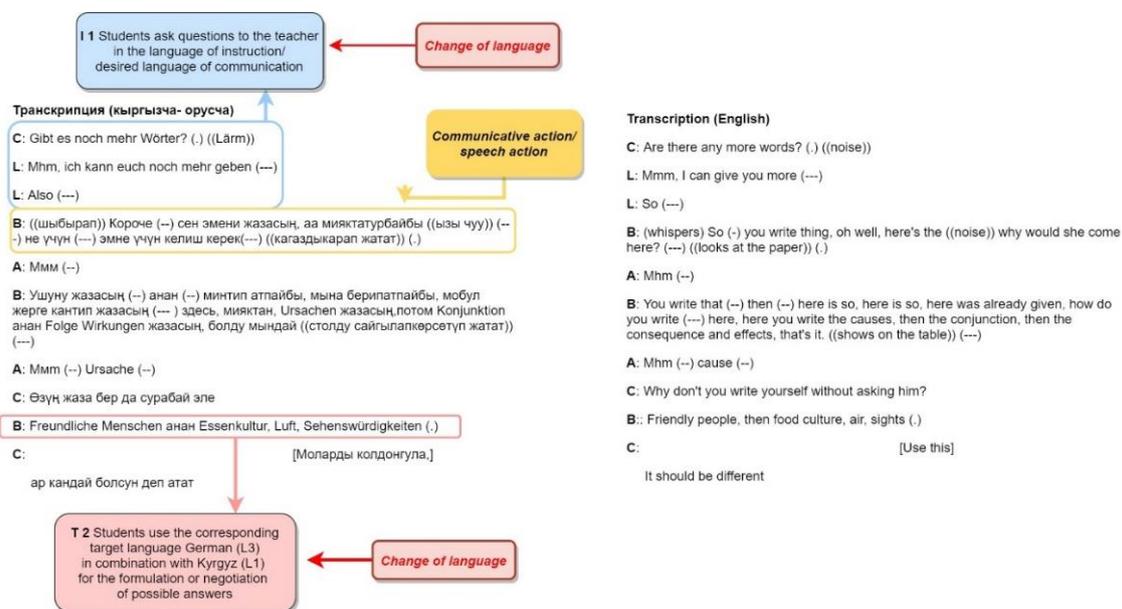
Causal links that were established in the scope of cooperative learning and formed contentual and linguistic duplicates were erased or accounted for only with single value (cf. Figure 2).

5.6.3 Category Formation and Analysis Methods

The material was analyzed by means of the approach of qualitatively oriented category-based text analysis ("qualitativ orientierte kategorienbasierte Textanalyse", e.g., (Mayring, 2015; Mayring & Fenzl, 2019). The basis of the analysis was the transcribed discussion records (Figure 4) of the cooperative task-solving situation.

Abbildung 22 (Figure 4)

Transcription of the audio recordings of a multilingual group and examples for the assignment of the categories (own illustration)



Based on the transcripts (evaluation unit; Mayring, 2015, p. 88), inductive analytical categories were formed (Figure 4). Individual categories designate specific resources and strategies of multilingual students (e.g., T 2, Figure 4), which were applied when dealing with a geographical problem issue and used for developing causal links (category definition; "Kategoriendefinition"; (Mayring, 2015, p. 88). For category formation (selection criteria; "Selektionskriterium"), various forms of translanguaging,

like language variations, language-switching or language innovation (e.g., “code-mixing), were examined at word and sentence level (Mayring, 2015, p. 70; Figure 4). As a coding unit (“Kodiereinheit“; (Mayring, 2015, p. 88), a meaningful speech act (“Sprachhandlung“; Röska-Hardy, 2001, p. 140; Figure 4.) was determined. A speech act was, according to the speech act theory by Searle (1999), understood as the communicative unity of locutionary act, propositional act, illocutionary act and perlocutionary act (cf. Figure 4). Individual speech acts in the transcript were then identified and categorized, based on identifiable contentual or linguistic (communicative) relations which were required by the students’ situative, task-related, multilingual solution strategy (Figure 4, categories I 1 and T 2).

In two subsequent reduction phases, the categories were overworked and intra-coder tests conducted. After the final material stage, an inter-coder test was conducted for interpersonal reliability testing (Mayring & Fenzl, 2019, p. 550). Qualitative and quantitative analysis of the transcripts followed.

For a quantitative, descriptive analysis of the results, the causal links of the argumentation sun (Figure 5, transcript of two causal links) and the guidebook entries (Figure 6) were checked as to the correct contentual and linguistic construction of the effect relationship. They were analyzed and evaluated regarding the linguistically and contentually coherent use of technical terms (e.g., “nature”), indicative verbs/adverbs (e.g., “leads to”), conjunctions (e.g., “because”) and a main clause–subordinate clause construction (analysis of causal links, cf. Heuzeroth & Budke, 2021).

Beyond this, the individually written guidebook entries were evaluated regarding the used spatial information and causal speech acts. The variety of materials used was expected to generate high internal and external validity, reliability and objectivity of the qualitative content analysis, and is moreover to make sure that artefacts do not lead to false conclusions [90] (Mayring, 2015) (p. 184).

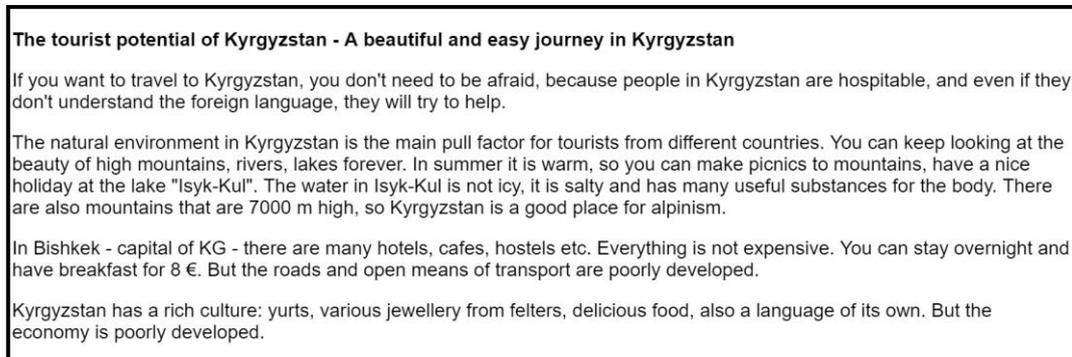
Abbildung 23 (Figure 5)

Causal links from the argumentation sun of a multilingual group as example (own illustration)

"Mrs. Heuzeroth should go to Kyrgyzstan because nature is very beautiful, e.g. fresh air, climate, many mountains and many green trees." "She should go to Kyrgyzstan because people are not only very friendly, but also very hospitable."
--

Abbildung 24

(Figure 6) Travel guide entry about the tourism potential of a schoolgirl—post-test (own illustration)



5.6.4 Results

In the following, the linguistic actions with regard to the individual products are explained descriptively. Subsequently, the results of the content analysis are presented.

5.6.4.1 Descriptive Depiction of Communicative Actions

The multilingual group produced 186 speech acts with a total of 843 words (Table 1) during the oral, cooperative work phase (Table 1). The monolingual group, which was only permitted to communicate in German, as it is the case in common language lessons, however, had only 98 speech acts consisting of a total of 515 words (Table 1). There is a first hint that, concerning interaction and communication, multilingual learning settings are more fruitful than monolingual ones. One remarkable feature is the great number of pauses among the multilingual group. This may be a sign that they require higher cognitive processing efforts, compared with the monolingual group (Table 2). The language used by the multilingual group during the cooperative tasks was mainly Kyrgyz, followed by German (25%) and Russian (9%, Table 1).

Tabelle 1 (Table 1)*Oral language actions of the multilingual groups in the group work phase.*

	Experimental Groups ¹			
	Multilingual I ^a		Multilingual II ^b	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%
Language actions	186	-	98	-
Total word size	843	100	515	100
Kyrgyz	515	61	-	-
Russian	90	9	-	-
German	207	25	472	91.65
Conversation particle ²	41	5	43	8.35
Medium to long pauses (0.5- 1 sec.)	102	-	58	-

Notes. ^a *n* = 4. ^b *n* = 3. ¹ In order to increase the internal validity of the study, two multilingual experimental groups were formed.

² Particles, which are used in conversation to bridge breaks but have no actual meaning in terms of content.

What sticks out about how the groups managed the content is that the multilingual ones showed a greater number of contentual aspects (Table 2), causal links (Table 2) and a higher range of expressions in their written speech acts (Table 2). Apparently, the multilingual method has a positive effect on the creation and communication of formal links. The monolingual group produced various repetitions, providing the same contentual aspects that were hence not noted as separate speech acts.

Tabelle 2 (Table 2)*Written language actions in the group work phase*

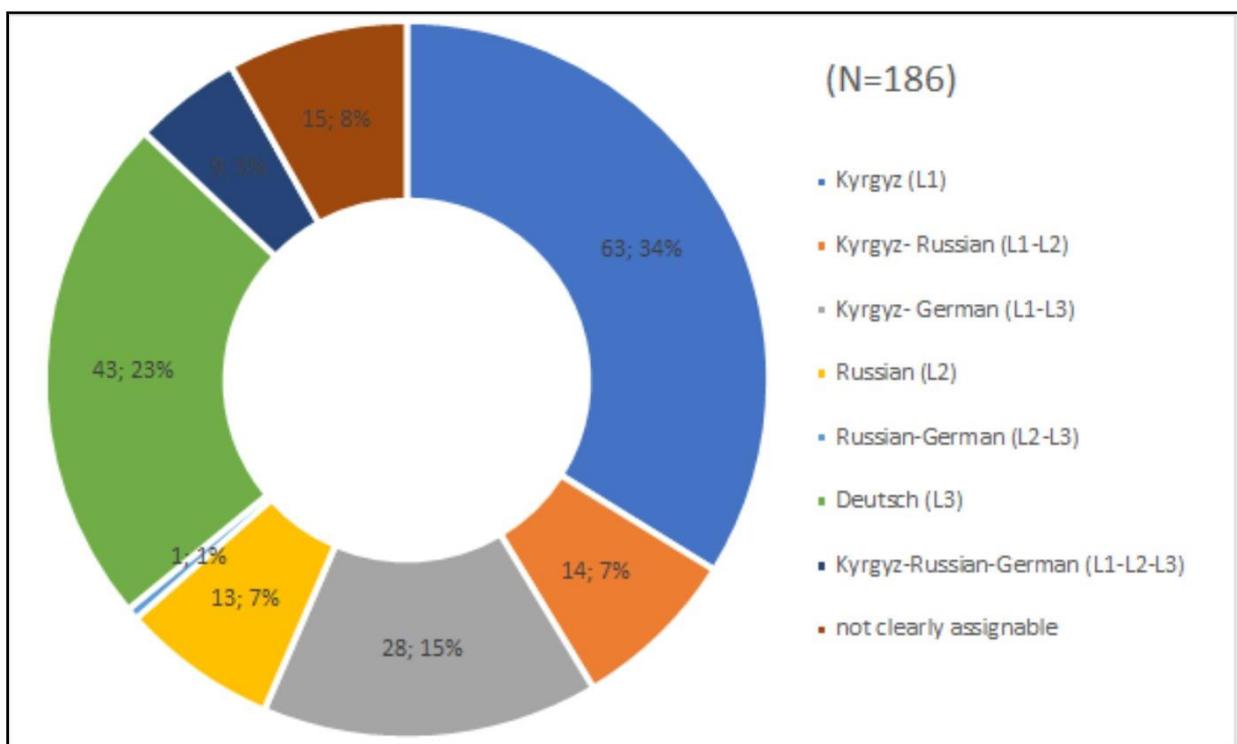
Characteristics of the Language Acts ¹	Groups		
	Multilingual I ^a	Multilingual II ^b	Monolingual ^c
causal links	16	7	5(4) ² 2
correct in content and language	12	7	5(3) ² 2
causal links			
monocausal	14	7	4(3) ² 2
multicausal	2	0	1
word count of the language acts	214	96	80(28) ² 2
content-wise aspects	12	7	6

Notes. ¹ N = 28. ^a n = 4. ^b n = 3. ^c n = 3. ² In the brackets, there are written language acts, which in different wording deal with the same aspects of content and were considered as duplicates.

The share of languages used by the multilingual group I in the course of the oral work stage (cf. Figure 7) is dominated by Kyrgyz with 34%, followed by German with 23%. The most prominent language-switching within a single communicative act happened between Kyrgyz and German (15%). This can likely be explained by the given task, since the product of the communicative action (individual guidebook entries) had to be written in German at the end of the lesson. What is interesting is the scarce use of all three languages within the scope of a single communicative action (at just 5%), the little exclusive use of the Russian language (7%) and the rare switching between Russian and German (1%, cf. Figure 7). All three aspects provide evidence on the immanent correlation between the uses of available language systems, affected by the monolingual materials and the speech act product in the target language.

Abbildung 25 (Figure 7)

Share of languages in the communicative activities of multilingual groups during the teaching intervention (own illustration)



What stuck out in the post tests was the low number of causal links ($n = 14$) in a total of 109 written speech acts concerning the individual guidebook entries (cf. Table 3). Although the use of several languages had positively affected the establishment of causal links, students were only partly able to reproduce these in their written work. This gives a clue that written communication in the foreign language poses a particularly great challenge, probably needing targeted didactic support. Multilingual groups did not continuously produce a higher range of vocabulary in the post-test (Table 3); they used, however, on average, more contentual aspects (Table 3), being a clue for the greater factual quality of the texts produced. It should be highlighted that the causal links produced by the three groups show a significant degree of contentual and linguistic coherence and thus a higher degree of correctness (Table 3).

Tabelle 3 (Table 3)

Individual written language actions in the post-test

Characteristics of the Language Acts ¹	Groups					
	Multilingual I ^a		Multilingual II ^b		Monolingual ^c	
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>
causal links	3	0.75	6	2	5	1.66
causal links that are correct in terms of content and language	3	0.75	6	2	5	1.66
monocausal	2	-	3	-	5	-
multicausal	1	-	3	-	0	-
word count of the language acts	544	136	489	163	410	136
content-wise aspects	45	11.75	35	11.66	27	9.66

Notes: ¹ $N = 109$. ^a $n = 4$. ^b $n = 3$. ^c $n = 3$.

5.6.4.2 Qualitative Results of the Content Analysis on the Post-Tests

The inductive category formation (Mayring, 2015, ch. 5.5.3.), based on the transcript of the multilingual group, yielded four central categories. Each of them characterizes different forms of translanguaging or the use of resources of multilinguality (cf. Figure 8). Intercultural awareness (I, Figure 8, blue) depicts the language choice of multilingual students according to their counterparts' language abilities (cf. also Figure 4). Monolingual use of heritage language and target language (E, Figure 8, green) depicts communicative actions that took place either only in the mother tongue Kyrgyz or the target language, German. Speech acts that occurred in Russian only were not recorded as a separate category and summed up in E 2 (Figure 8).

Forms of translanguaging in the field of multiorality (T 1-7, Figure 8, pink) are marked by language-mixing (T 1, T 2, T 6; Figure 8) at the sentence level without altering individual words and with no language shifting between finished secluded communicative actions. Additionally, there are communicative actions where code-switching at the sentence level and code-mixing strategies at the word level, normally by altering geographical or grammatical technical terms, appear simultaneously (T 3, T4, T 7, Figure 8). Reference to the material in connection with forms of translanguaging was given the category TM (Figure 8, violet). For discussing complex issues, work organization and in the case of contentual or linguistic communication difficulties (Figure 8, T1), the multilingual group used Kyrgyz (L 1) and Russian (L 2). Thereby, technical terms at the word level were often taken from the target language, German (L 3), and incorporated syntactically or semantically (code-switching). This happened, however, supposedly only in those cases where the contentual/semantic representation of the word in language L3 was known to everyone in the classroom. The use of those specific terms in L 3 helped then as a lexical means to reduce langue challenges (Figure 8, T 4-T 6). Technical terms were furthermore assimilated through code-mixing strategies, like, e.g., adding a prefix or suffix.

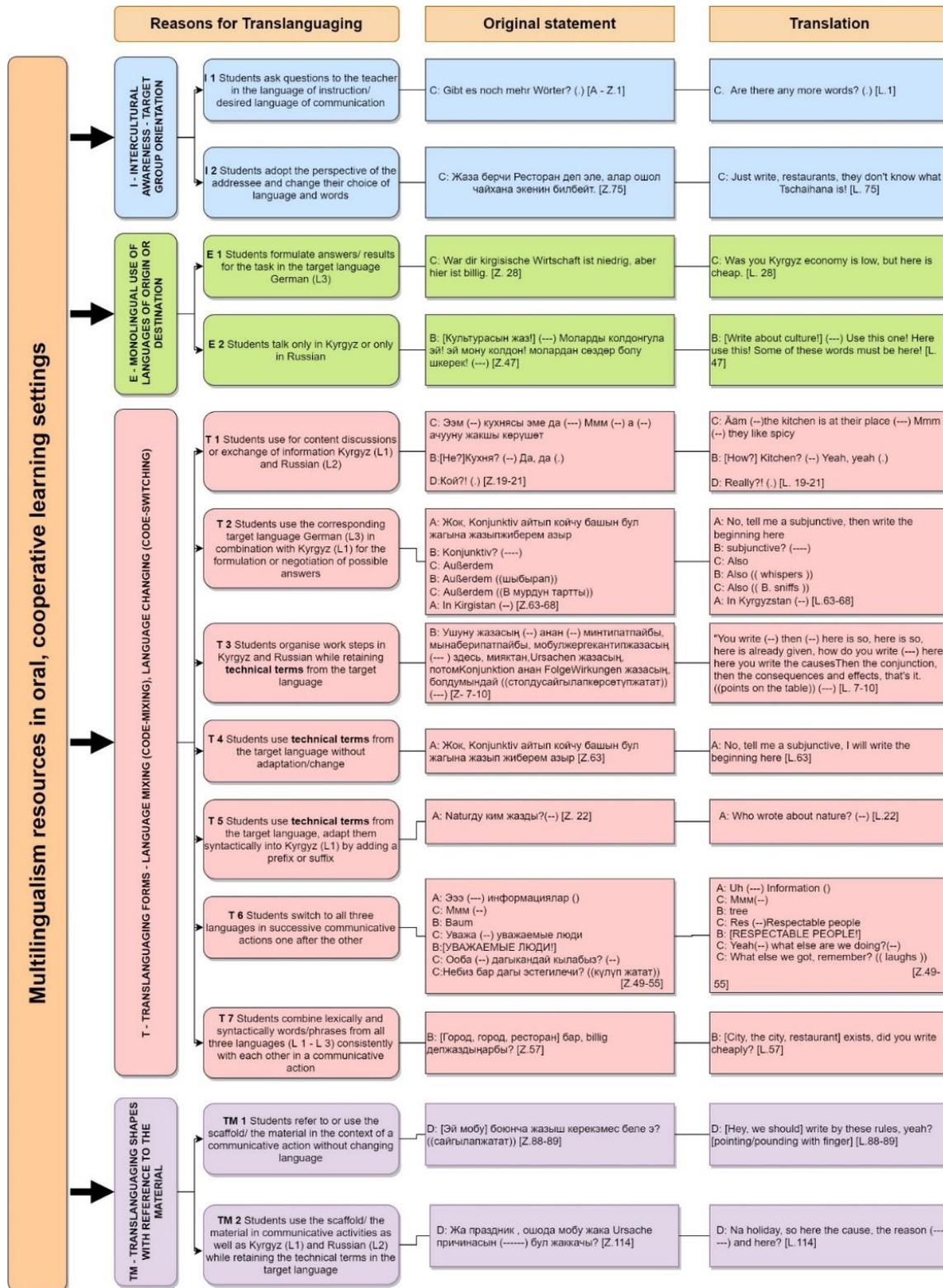
Contentual language production for achieving particular results took place in the target language, German, when technical terms and important phrases in the target language, German (L 3), played a major role. Here, Kyrgyz (L 1) or Russian (L 2) had a coordinating, organizing function and were used when words were missing in German (L 3). In these situations, semantically matching “spare words“ from L 1 and L 2 were used, which closed the lexical gaps in the target language (Figure 8, T 2). The students communicated in their target language, as soon as lingual and contentual problems as well as unclarities had been cleared up. Another prerequisite was a sufficient (technical) language register to execute the discursive speech acts (Figure 8, E 1). Basically, language-switching happened for functional reasons, i.e., effectivity and efficiency of the communicative act with regard to the communication objective. Depending on availability and functional fitting, an optimal balance between the communicative intention and available language means (mental lexicon) of the active language system was strived for. Changing the language was either prompted by a trigger word (e.g., technical terms) or by an external stimulus (e.g., the task, multilingual material, students’ work, teacher’s stimulus; tab 8, E 2). Supposedly, also, changing the language increased the matching of the communicative intention and available linguistic means. If none of the situations mentioned above occurs, normally, no language change takes place.

Contentual reference to the given material (e.g., texts or scaffold) which was written in L 3 presumably triggered two strategies. Where the words in L 3 were known and the language structure of the material was useful for solving the task, both contentually and linguistically, no language change

took place (Figure 8, TM 1). If, however, reference to the material (in L 3) happened with regard to the desired communication product and students faced linguistic or contentual difficulties, the language was changed. Additionally, the linguistic systems of L 1 and L 2 were applied as a support for decoding and constructing the target language (Figure 8, TM 2).

Abbildung 26 (Figure 8)

Resources and strategies of multilingual pupils in cooperative, oral learning settings within the exploratory study (inductive category building according to Mayring, 2015, own illustration)



5.7 Discussion

In the course of the study, students showed very positive reactions to the given opportunity to use their multilingual resources for task-solving. High motivation and readiness to work were the consequence and confirmed the findings of Replinger & Budke (2018). Based on the results (ch. 5.5.4), it can be concluded that the free choice of language by itself promotes a functional activation of multilinguals' resources (ch. 5.4.2.). This leads to a more complex contentual understanding of geographical topics (Tables 3).

Multilingual lesson sequences promote declarative and procedural cognition processes that affect learning and stimulate functional learning (i.a. Bär, 2009; Li, 2018). This underlines the importance and potential of multilingual learning settings in the German domestic and foreign school system. Multilingual learning settings open an additional opportunity for interdisciplinary and subject-related language and learning promotion. The outcomes of this study suggest that the lingual heterogeneity of students, often perceived as a shortcoming or source of disturbance, might rather be a major potential. This is particularly effective when teaching central cognitive competences, like problem-solving or thinking in systems (DGfG, 2017, pp. 8–11), within the frame of the geography classroom (e.g., causal links referring to climate change).

High motivation and the absence of language barriers through the free choice of language and without compulsory communication in the target language raise the scope of communicative actions. This elevates interactions in the classroom as well as learning-related activation level and thus the intensity of the communicative problem-solving process (Table 3; i.a. Prediger, Kuzu, et al., 2019). Multilingual individuals are able to reduce linguistic complexity in a problem-solving process in a more targeted way by using different languages (code-switching) and connecting language varieties (code-mixing) and by activating their extended mental lexicon in cooperative learning methods. They are also better at constructing contentual aspects and their significance (Tables 3). This can be compared with the results of Roche (2018) and Bär (2009), who stated better learning outcomes due to the transfer effects resulting from an increased language awareness of multilingual learners. Communicative actions are made in relation to the language skills of the addressee, probably brought about by a pragmatic sensitivity (Herdina & Jessner, 2002, p. 106; ch. 5.4.2.)—insofar as students are aware of the preferred language of their counterpart and understanding is facilitated as a consequence (Figure 8, I 1-2).

Fundamentally, the supposition is at hand that using all languages (L 1- L3, Figure 7) helps in that understanding processes and contentual negotiation processes could be done in a more targeted and efficient way (Riehl, 2002, pp.74–75). This begins with task clarification and securing task

understanding and stretches over coordination and controlling of the work process up to the strategies for contentual understanding, e.g., meaningful reading (“sinnentnehmendes Lesen”; transformative capacity/ “transformative Kapazität”; Li, 2018, p. 15; ch. 5.4.2.).

The linguistic and cognitive metasystem (Jessner, 2018, pp. 35–37) and the enhanced language awareness of multilinguals (Bredthauer, 2016) presumably lead to greater linguistic and contentual coherence and thereby a more distinct correctness and a higher number of causal links (Table 3). With regard to the results of the monolingual group in particular, it can be concluded that using multilingual resources in the geography classroom has a positive effect on content-related communicative actions (Table 3, Figure 8 T 1-7 and TM 1-2) and thus supports functional learning (cf. also Schüler-Meyer et al., 2019). Whether advantages are generated for learning the technical language could not be concluded from this study. In the course of this survey, it has, however, become obvious that multilinguality likely has no influence on the construction of multi-causal links—a finding that corresponds with previous studies, where mono-causal links had also been found to be predominant (Heuzeroth & Budke, 2021; Köck, 2001). Likewise, the enriching effect of an intercultural grasp on causal links did not come into identifiable effect in the present study. The individual language systems are used according to their functional meaningfulness or caused by a stimulus (trigger-words; Riehl, 2002; Roche, 2018). Since the given material was only monolingual (German, L 3), the Russian language system was activated merely in a limited scope (Grosjean, 2013). Possibly, linguistic and contentual resources were therefore not adequately exploited. Kyrgyz (L 1) was used as a linguistic referential system (“language mode”, ch. 5.4.2, Figure 7). Code-switching for technical terms and product-oriented communicative actions was founded on functionally mobilized speech act skills (Le Boterf, 1999, p. 56). It depended, nevertheless, on the scope of the inter-individual technical register.

An explanation for the rarity of contentual discussions might be that the audio recording, in connection with the Kyrgyz error culture, had a significant impact on students’ behavior (reactivity, Lamnek & Krell, 2016, p. 371). Long pauses in conversations, the great amount of filling words and conversational particles, obvious unease (side activities, laughter), as well as the little language flow and faltering communication give evidence for avoidance strategies on the one hand and thinking breaks for language shifting on the other (avoidance of efforts; Rollett, B. & Rollett W., 2018, pp. 8–14). A clear distinction between the two can hardly be accomplished.

5.8 Conclusions

This study makes it clear that overcoming the “monolingual habit” (“monolingualer Habitus”; Gogolin, 2008, pp. 30–34) at schools, in connection with a resource-oriented approach in dealing with multilinguality, has a variety of positive effects on the communicative actions of multilingual students.

This has been worked out particularly for geography classes. Free choice of the language supports the use of multilingual resources and strategies (cf. Table 4: permitting multilinguality). Thereby, functional learning—here, specifically, the establishment of causal links—is encouraged and promoted. What is particularly significant is the positive effect of multilingual orality on the increased contentual and linguistic coherence of causal links in geography classes. This is reflected in the multilingual students' correct lingual representations of functional (geographical) causalities, e.g., by the appropriate choice of syntactical (e.g., sentence types) and lexical (e.g., conjunctions/subjunctions) means.

Multilingual content might, especially in the German school sector abroad, allow an effective acquisition of knowledge in regional studies and geography through negotiation processes, speech synthesis and language-mixing. In the German domestic school system, multilinguality might likewise bring about positive effects concerning communicative and inclusive aspects. Pupils with a migrant background and non-German languages of origin in particular may interact and participate in the lesson more actively (Prediger, Uribe, & Kuzu, 2019). Raised participation may increase attention, enhance the chances of their learning success and thus the acquisition of subject-related contentual and linguistic competences. This means, specifically for geography lessons, making the cultural and linguistic heterogeneity an object of learning on the one side and a starting point for learning on the other (cf. Table 4). Using the present cognitive and linguistic resources in a functionally and didactically elaborate manner may thus be applied in a profitable way for obtaining technical competences (DGfG, 2017, pp. 5–8).

A central precondition is a positive attitude of the teacher towards multilingual teaching approaches (Haukas, 2019, pp. 5–6). Duarte (2018, p. 13) recommends teachers to create secure spaces where they experiment with several languages and may functionally operationalize multilingual learning for their own context and their own targets. With reference to Prediger, Uribe & Kuzu (Prediger, Uribe, & Kuzu, 2019, p. 24), different options on how to deal with multilinguality in geography classes have been developed and presented (cf. Table 4). Handling multilinguality in geography classes functionally, i.e., from “allowing multilinguality” to “reflecting on multilinguality” (cf. Table 4), can enable the productive application and promotion of multilingual-communicative competences (MMK; Mayr, 2020, pp. 321–323). Additionally, it would pose an enriching element to lessons in a multilingual school practice. On the input part, teachers ought to initiate tasks, materials and communication stimuli in such a way as to allow multilingual communication situations or products (cf. Table 4: actions and examples).

Aimed didactic application of multilinguality can promote the multilingual competences of students and help to achieve targets in the subject itself (e.g., fostering the understanding of human

geographical systems (DGfG, 2017, p. 14). This can be accomplished through, e.g., functional valorization of origin-related spatial interpretative schemes, of intercultural knowledge, of diverging construction of meaning within geographical concepts, of available linguistic comparison structures, etc. (Table 4: encouraging multilinguality).

According to our findings, multilinguality can improve the quality of students' addressing of lesson content as well as their interaction in the classroom (cognitive and volitional function). The application of several languages can, beyond this, be used for differentiation and individual support (scaffolding function; Bredthauer, 2019, p. 134). Potential objections, like that of a lack of control over classroom processes by the teacher or the insufficient target-orientation in students' work, can be rejected as unjustified, based on present empirical evidence (Duarte, 2018, pp. 12–13). Learning in the target language and technical language can be secured by respective reformulation in German at the end of central lesson sequences, flanked by metalingual phases (epistemic function, Table 4, reflecting multilinguality; Schüler-Meyer et al., 2019, pp. 172–173).

There, metacognitive phases seem crucial, enabling the establishment of language awareness related to both technical and target languages. This promotes not only the extension of the technical register but is at the same time a prerequisite for a consolidation of geographical knowledge and thinking. This is because improved linguistic skills allow, after all, more complex contentual and methodical strategies of understanding and thus more profound (geographical) insights (Boroditsky, 2011, pp. 64–65).

This study also reveals that, apart from empirical testing and conceptualization of the possible uses named above, (multilingual) support measures must be developed and scholarly elaborated, aiming at teaching multi-causal, systemic strategies of thinking and their linguistic representation.

Tabelle 4 (Table 4)

Multilingualism in geography lessons for the promotion of causal language acts (modified and supplemented after Prediger, Uribe & Kuzu, 2019)

Forms of Use of Multilingual Resources	Dealing with Multilingualism in Geography Lessons	Activities and Examples for the Organization of Multilingual Geography Lessons	Potential for Promoting Causal Language Acts in Geography Lessons
<p>Allow Multilinguality</p>	<p>Allow family languages in group and partner work phases but use monolingual teaching language in the classroom conversation</p>	<p>Socio-formal language change <i>Monolingual language tandem in the family language</i> <i>Multilingual group work</i> for processing and solving tasks in geography lessons</p>	<p>Increased interaction as well as content and language negotiation processes Construction of meaning of relevant linguistic means Increased consistency in terms of content and language when establishing causal links Identification of system elements, structure and system interactions</p>
	<p>Integrating other spatial and thematic cultural experiences for the exploitation of geographical content</p>	<p>Integrate linguistic and cultural diversity for professional learning <i>Expert lecture</i> <i>Work with comparisons based on specific criteria and origin-related experience</i> <i>Spatial analysis bound by cultural perspectives</i> <i>Mental Maps</i> <i>Subjective mapping</i> <i>Reflection on spatial concepts from an intercultural perspective</i> Multilingualism as an occasion for reflection on language and concepts</p>	<p>Construction of meaning of relevant linguistic means Comparison and adjustment of different notions of spatial causality</p>
<p>Encourage Multilinguality</p>	<p>Use of cultural and linguistic comparisons for certain technical terms or geographical concepts or norms/traditions/values as well as their intercultural meanings, effects</p>	<p><i>Clarification of technical terms (e.g., gentrification, aerosol) and their linguistic origin or comparison of the meaning of technical terms in different languages</i> <i>Comparison of origin-related differences in concepts such as Sustainability</i> <i>Concepts of city</i> <i>Forms of agricultural valorization</i> <i>Family and generative behavior</i> <i>critical reflection of traditions and rules, values and norms</i></p>	<p>Increased system understanding through the use of origin-related mental spatial concepts and ideas Construction of meaning of relevant linguistic means Activation of knowledge bases coded in other languages</p>

	Targeted networking of different languages, linguistic registers, forms of presentation as well as basic geographical concepts and subject-specific methods and media	Language mixes, language synthesizations, if necessary admission of own peer-specific languages, with reference to geographical contents, models and concepts <i>Learning picture</i> <i>Sketch Nodes</i> <i>Mystery</i> <i>Living maps/Living diagram</i> <i>Mappings</i>	Construction of meaning of relevant linguistic means Activation of knowledge bases coded in other languages Clarification of system structure and interaction
	Multilingual teaching material with German language impulses	Language networking and reflection by using authentic material in another language with reference to German terms and concepts <i>Work with maps, magazines, texts in the language of the room example</i>	Construction of meaning of relevant linguistic means Activation of knowledge bases coded in other languages Clarification of system structure and interaction in intercultural contexts
Offering Multilinguality	Multilingual teaching material, if necessary, language selection depending on the spatial example and special cultural and linguistic aspects of the geographical topic	Simultaneous multilingualism in language reception Inclusion of geographical media in different languages for information gathering and information analysis <i>Internet research/Web- Quest multilingual excursions</i>	Use of all linguistic resources for the development of causal language actions to obtain information (especially reading, listening)
	Flexible language change by teachers and learners to explain and multi-perspectively view rooms	Simultaneous multilingualism in language production <i>Concept Mapping</i> <i>Arguing in class</i> <i>Square of values</i>	Use of all linguistic resources for the development of causal language actions and construction of complex relationships (especially writing and speaking)
Reflecting Multilinguality	Metacognitive discourse on subjective effects and potential for elaborating learning strategies and geographical working techniques	Making processes, strategies and experiences of multilingual contexts on the subject of learning	Reflection on own strategies of linking causality Promotion of causal language awareness and a corresponding register of technical language

5.9 References

- Allemann-Ghionda, C., Stanat, P., Göbel, K., & Röhner, C. (2010). Migration, Identität, Sprache und Bildungserfolg – Einleitung zum Themenschwerpunkt. In C. Allemann-Ghionda (Ed.), *Migration, Identität, Sprache und Bildungserfolg: 55. Beiheft* (S. 7–16). Beltz.
- Aronin, L., & Ó Laoire, M. (2004). Exploring Multilingualism in Cultural Contexts: Towards a Notion of Multilinguality. In C. Hoffmann & J. Ytsma (Eds.), *Bilingual education & bilingualism. Trilingualism in Family, School and Community* (pp. 11–29). De Gruyter.
- Asmuth, C. (2008). Kausalität. In P. Prechtel & F.-P. Burkard (Eds.), *Metzler Lexikon Philosophie* (3. Auflage, S. 290). J.B. Metzler.

- Auer, P. (2009). Competence in performance: Code-switching und andere Formen bilingualen Sprechens. In I. Gogolin & U. Neumann (Eds.), *Streitfall Zweisprachigkeit - the bilingualism controversy* (S. 91–110). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hg.). (2018). *Bildung in Deutschland 2018: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration*. wbv. <https://doi.org/10.3278/6001820fw>
- Bär, M. (2009). *Förderung von Mehrsprachigkeit und Lernkompetenz: Fallstudien zu Interkomprehensionsunterricht mit Schülern der Klassen 8 bis 10*. [Dissertation, Universität Gießen] *Giessener Beiträge zur Fremdsprachendidaktik*. Narr.
- Bender, A., & Beller, S. (2016). Current Perspectives on Cognitive Diversity. *Frontiers in Psychology*, 7(136), 233. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00509>
- Bialystok, E. (2003). *Bilingualism in Development: Language, Literacy, and Cognition*. Cambridge University Press.
- Blühdorn, H. (2006). Kausale Satzverknüpfungen im Deutschen. *Pandaemonium Germanicum*(10), 253–282.
- Boroditsky, L. (2011). How language shapes thought. *Scientific American*, 304(2), 62–65. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0211-62>
- Bot, K. de. (2018). Dynamische Modellierung von Spracherwerb. In J. Roche & E. Terrasi-Haufe (Hrsg.), *Kompendium DaF/DaZ: Band 4. Mehrsprachigkeit und Sprachenerwerb* (S. 131–159). Narr Francke Attempto.
- Brauner, U., & Prediger, S. (2017). Alltagsintegrierte Sprachbildung im Fachunterricht – Fordern und Unterstützen fachbezogener Sprachhandlungen. In C. Titz, S. Geyer, A. Ropeter, H. Wagner, S. Weber, & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Konzepte zur Sprach- und Schriftsprachförderung entwickeln* (S. 228–248). Kohlhammer.
- Bredella, L. (2010). Interkulturelles Lernen. In C. Surkamp (Hrsg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 123–126). J.B. Metzler.
- Bredthauer, S. (2018). Mehrsprachigkeitsdidaktik an deutschen Schulen – eine Zwischenbilanz. *DDS – Die Deutsche Schule*, 110(3), 275–286. <https://doi.org/10.31244/dds.2018.03.08>
- Bredthauer, S. (2019). Sprachvergleiche als multilinguale Scaffolding-Strategie. *Zeitschrift Für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht*, 24(1), 127–143.
- Breindl, E., & Walter, M. (Eds.). (2009). *Amades: Vol. 38. Der Ausdruck von Kausalität im Deutschen: Eine korpusbasierte Studie zum Zusammenspiel von Konnektoren, Kontextmerkmalen und Diskursrelationen*. Institut für Deutsche Sprache.

- Budke, A., & Maier, V. (2019). Multilingualität in Schule und Hochschule – Erfahrungen und Vorstellungen von Studierenden im Lehramt Geographie. *GW-Unterricht*, 1, 30–40. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht156s30>
- Budke, A., & Meyer, M. (2015). Fachlich argumentieren lernen. Die Bedeutung der Argumentation in verschiedenen Schulfächern. In A. Budke, M. Kuckuck, M. Meyer, F. Schäbitz, K. Schlüter, & G. Weiss (Hrsg.), *Fachlich argumentieren lernen: Didaktische Forschungen zur Argumentation in den Unterrichtsfächern* (S. 9–30). Waxmann.
- Budke, A., & Weiss, G. (2017). Sprachsensibler Geographieunterricht. In M. Michalak (Ed.), *Sprache als Lernmedium im Fachunterricht: Theorien und Modelle für das sprachbewusste Lehren und Lernen* (2. Auflage, S. 113–132). Schneider Verlag Hohengehren.
- Busch, B. (2017). *Mehrsprachigkeit* (2. Aufl.). facultas.
- Chamot, A. U. (2004). Issues in Language Learning Strategy Research and Teaching. *Electronic Journal of Foreign Language Teaching*, 1(1), 14–26.
- Cook, V. J. (1992). Evidence for Multicompetence. *Language Learning*, 42(4), 557–591.
- Cummins, J. (1979). Cognitive/academic language proficiency, linguistic interdependence, the optimum age question and some other matters. *Working Papers on Bilingualism*(19), 121–129.
- Deutsche Gesellschaft für Geographie. (2017). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss: mit Aufgabenbeispielen* (9., durchgesehene Auflage). Selbstverlag,
- Diekmann, J. (2004). *Luhmann-Lehrbuch. UTB Soziologie: Vol. 2486*. Fink.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dörner, D. (2000). *Die Logik des Mißlingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen* (13. Auflage). Rowohlt.
- Duarte, J. (2018). Translanguaging in the context of mainstream multilingual education. *International Journal of Multilingualism*, 17(2), 1–16. <https://doi.org/10.1080/14790718.2018.1512607>
- Dunn, A. L., & Fox Tree, J. E. (2014). More on language mode. *International Journal of Bilingualism*, 18(6), 605–613. <https://doi.org/10.1177/1367006912454509>
- Ehret, C. (2017). *Mathematisches Schreiben*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-18402-5>
- Finkbeiner, C., & White, J. (2017). Language Awareness and Multilingualism: A Historical Overview. In J. Cenoz, D. Gorter, & S. May (Eds.), *Language Awareness and Multilingualism* (pp. 3–18). Springer International Publishing.

- Franceschini, R. (2011). Multilingualism and Multicompetence: A Conceptual View. *The Modern Language Journal*, 95(3), 344–355.
- Freyer, W. (2015). *Tourismus: Einführung in die Fremdenverkehrsökonomie* (11., überarbeitete und aktualisierte Auflage). *Lehr- und Handbücher zu Tourismus, Verkehr und Freizeit*. De Gruyter.
- Fürstenau, S., & Gomolla, M. (2011). Einführung- Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit. In S. Fürstenau & M. Gomolla (Eds.), *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit* (S. 13–25). VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden.
- Garibova, J. (2018). Mehrsprachigkeit. Historische und kommunikative Aspekte. In J. Roche & E. Terrasi-Haufe (Hrsg.), *Kompendium DaF/DaZ: Band 4. Mehrsprachigkeit und Spracherwerb* (S. 29–39). Narr Francke Attempto.
- Gibbons, P. (2015). *Scaffolding Language Scaffolding Learning: Teaching English Language Learners in the Mainstream Classroom* (2nd. Edition). Heinemann.
- Gnutzmann, C. (2010). Bewusstheit/ Bewusstmachung. In C. Surkamp (Hg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 16–17). J.B. Metzler.
- Gogolin, I. (2008). *Der monolinguale Habitus der multilingualen Schule*. (2., unveränd. Aufl.). *Internationale Hochschulschriften: Bd. 101*. Waxmann.
- Gogolin, I. (2013). Mehrsprachigkeit. In I. Gogolin, H. Kuper, H.-H. Krüger, & J. Baumert (Hrsg.), *Stichwort: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (S. 339–362). Springer VS.
- Gogolin, I., Hansen, A., Leseman, P., McMonagle, S., & Rauch, D. (Hrsg.). (2020). *Handbuch Mehrsprachigkeit und Bildung* (1. Auflage 2020). Springer VS.
- Grosjean, F. (2013). Bilingual and Monolingual Language Modes. *En*.
<https://doi.org/10.1002/9781405198431.wbeal0090>
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2013). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren* (3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). *Standards Psychologie*. Verlag W. Kohlhammer.
- Haukas, A. (2018). Metacognition in Language.: Learning and Teaching. In H. Åsta, C. Bjørke, & M. Dypedahl (Eds.), *Metacognition in Language Learning and Teaching*. Routledge.
- Haukas, A. (2019). Einstellungen und Erfahrungen von Lehramtsstudierenden zur Mehrsprachigkeitsorientierung im Deutschunterricht. *German as a Foreign Language*(1), 5–24.
- Herdina, P., & Jessner, U. (2002). *A dynamic model of multilingualism: Perspectives of change in psycholinguistics*. Multilingual Matters.

- Heuzeroth, J., & Budke, A. (2021). Formulierung von fachlichen Beziehungen- Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf kausale Sprachhandlungen im Geographieunterricht. *Journal of Geography Education*, 49(1), 14–31.
- Hoberg, U., & Hoberg, R. (2011). *Duden: Deutsche Grammatik. Duden pur*. Dudenverlag.
- Hu, A. (2010). Mehrsprachigkeit. In C. Surkamp (Hg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 214–215). J.B. Metzler.
- Jessner, U. (2002). The nature of cross-linguistic interaction in the multilingual system. In J. Cenoz, B. Hufeisen, & U. Jessner (Eds.), *The multilingual lexicon* (pp. 45–56). Kluwer Academic Publishers.
- Jessner, U. (2006). *Linguistic awareness in multilinguals: English as a third language*. Edinburgh University Press.
- Jessner, U. (2017). Language Awareness in Multilinguals: Theoretical Trends. In J. Cenoz, D. Gorter, & S. May (Eds.), *Language Awareness and Multilingualism* (pp. 19–30). Springer International Publishing.
- Jessner, U. (2018). Metacognition in Multilingual Learning. In H. Åsta, C. Bjørke, & M. Dypedahl (Eds.), *Metacognition in Language Learning and Teaching* (pp. 31–47). Routledge.
- Jessner, U., & Allgauer-Hackl, E. (2015). Mehrsprachigkeit aus einer dynamisch-komplexen Sicht oder warum sind Mehrsprachige nicht einsprachig in mehrfacher Ausführung? In E. Allgauer-Hackl, Brogan, K., U. Henning, B. Hufeisen, & J. Schlabach (Hrsg.), *MehrSprachen? – PlurCur! Berichte aus der Forschung und Praxis zu Gesamtsprachencurricula* (S. 209–229). Schneider.
- Klabunde, R. (2018). Semantik- die Bedeutung von Wörtern und Sätzen. In S. Dipper, R. Klabunde, & W. Mihatsch (Hrsg.), *Linguistik: Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten* (S. 106–125). Springer Berlin Heidelberg.
- Köck, H. (2001). Typen vernetzenden Denkens im Geographieunterricht. *Geographie Und Schule*, 23(132), 9–14.
- Kuckuck, M. (2012). Argumente arrangieren mit der Argumentationssonne. In A. Budke (Hg.), *Diercke- Kommunikation und Argumentation* (S. 110–119). Westermann.
- Lamnek, S., & Krell, C. (2016). *Qualitative Sozialforschung: Mit Online-Materialien* (6., überarbeitete Auflage). Beltz.
- Le Boterf, G. (1999). *L'ingénierie des compétences* (2e éd. revue et augm., 2e tirage). Ed. d'organisation.
- Leisen, J. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fach: Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis; Grundlagenwissen, Anregungen und Beispiele für die Unterstützung von sprachschwachen*

Lernern und Lernern mit Zuwanderungsgeschichte beim Sprechen, Lesen, Schreiben und Üben im Fach. Klett Sprachen.

- Lewis, G., Jones, B., & Baker, C. (2012). Translanguaging: origins and development from school to street and beyond. *Educational Research and Evaluation*, 18(7), 641–654.
<https://doi.org/10.1080/13803611.2012.718488>
- Li, W. (2018). Translanguaging as a Practical Theory of Language. *Applied Linguistics*, 39(1), 9–30.
<https://doi.org/10.1093/applin/amx039>
- Lockl, K., & Schneider, W [W.]. (2007). Entwicklung von Metakognition. In M. Hasselhorn, W. Schneider, & J. Bengel (Hrsg.), *Handbuch der Psychologie: Bd. 7. Handbuch der Entwicklungspsychologie* (S. 255–265). Hogrefe.
- Lüdi, G., & Nelde, P. H. (2004). Instead of a foreword: Codeswitching as a litmus test for an integrated approach to multilingualism. In G. Lüdi & P. H. Nelde (Eds.), *sociolinguistica: Vol. 18. Codeswitching* (S. VII–XII). Niemeyer.
- Luhmann, N. (2018). *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie* (17. Auflage). Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft: Vol. 666. Suhrkamp.
- Maher, J. C. (2017). *Multilingualism: A Very Short Introduction*. Oxford University Press.
- Maier, V., & Ganteford, C. (2018). Sprachliche Bildung im Fachunterricht. In A. Budke & M. Kuckuck (Hrsg.), *Geographie. Migration und geographische Bildung* (S. 241–253). Franz Steiner Verlag.
- Mayr, G. (2020). *Kompetenzentwicklung und Mehrsprachigkeit: Eine unterrichts empirische Studie zur Modellierung mehrsprachiger kommunikativer Kompetenz in der Sekundarstufe II* (1. Auflage). *Gießener Beiträge zur Fremdsprachendidaktik*. Narr Francke Attempto.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarbeitete Auflage). Beltz.
- Mayring, P., & Fenzl, T. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Eds.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (2. Auflage, S. 543–558). Springer.
- Mazak, C. (2017). Introduction: Theorizing Translanguaging Practices in Higher Education. In C. Mazak & K. S. Carroll (Eds.), *Bilingual education & bilingualism: Vol. 104. Translanguaging in higher education beyond monolingual ideologies* (pp. 1–10). Multilingual Matters.
- Mehren, R., Rempfler, A., Ulrich-Riedhammer, E., Buchholz, J., & Hartig, J. (2015). Wie lässt sich Systemdenken messen? Darstellung eines empirisch validierten Kompetenzmodells zur Erfassung geographischer Systemkompetenz. *Geographie Aktuell Und Schule*, 37(215), 4–15.
- Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J., & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2018). System competence modelling: Theoretical foundation and empirical validation of a model involving

- natural, social and human-environment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(5), 685–711. <https://doi.org/10.1002/tea.21436>
- Michalak, M. (2015). Deutsch lernt man im Deutschunterricht. In M. Michalak, V. Lemke, & M. Goeke (Hrsg.), *Narr Studienbücher. Sprache im Fachunterricht: Eine Einführung in Deutsch als Zweitsprache und sprachbewussten Unterricht* (S. 9–46). Narr Francke Attempto.
- Morawski, M., & Budke, A. (2017). Language awareness in Geography education: an analysis of the potential of bilingual Geography education for teaching Geography to Language learners. *European Journal of Geography*, 8(1), 61–84.
- Morawski, M., Budke, A., Schäbitz, F., & Reich, J. (2017). Sprachsensibles Material für die Kartenauswertung in Vorbereitungsklassen und im sprachbewussten Geographieunterricht. In A. Budke & M. Kuckuck (Hrsg.), *Sprache im Geographieunterricht: Bilinguale und sprachensible Materialien und Methoden* (S. 83–97). Waxmann.
- Müller, B. (2016). *Komplexe Mensch-Umwelt-Systeme im Geographieunterricht mit Hilfe von Argumentationen erschliessen: Am Beispiel der Trinkwasserproblematik in Guadalajara (Mexiko)*. [Dissertation, Universität Köln]. <https://kups.ub.uni-koeln.de/7047/>
- Müller, N., Kupisch, T., & Schmitz, K. (2011). *Einführung in die Mehrsprachigkeitsforschung*. Gunter Narr Verlag.
- Neveling, C. (2010). Mentales Lexikon. In C. Surkamp (Hg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 217). J.B. Metzler.
- Oleschko, S., & Grannemann, K. (Eds.). (2017). *Sprachsensibles Unterrichten fördern: Angebote für den Vorbereitungsdienst* (1. Auflage).
- Oleschko, S., Weinkauf, B., & Wiemers, S. (2016). *Praxishandbuch Sprachbildung Geographie: Sprachsensibel unterrichten- Sprache fördern* (1. Auflage). Ernst Klett Sprachen.
- Oomen-Welke, I., & Dirim, I. (2013). Mehrsprachigkeit in der Klasse: wahrnehmen-aufgreifen-fördern. In I. Oomen-Welke (Hg.), *Mehrsprachigkeit in der Klasse wahrnehmen - aufgreifen - fördern* (S. 7–22). Fillibach bei Klett.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. *Instructional Science*, 32(1/2), 1–8. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.d0>
- Pekrun, R., & Schiefele, U. (1996). Emotions- und motivationspsychologische Bedingungen der Lernleistung. In F. E. Weinert, N.-P. Birbaumer, & C. F. Graumann (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie Praxisgebiete Pädagogische Psychologie: Bd. 2. Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 153–180). Hogrefe.

- Prediger, S., Kuzu, T., Schüler-Meyer, A [Alexander], & Wagner, J. (2019). One mind, two languages – separate conceptualisations? A case study of students' bilingual modes for dealing with language-related conceptualisations of fractions. *Research in Mathematics Education*, 21(2), 188–207. <https://doi.org/10.1080/14794802.2019.1602561>
- Prediger, S., & Redder, A. (2020). Mehrsprachigkeit im Fachunterricht am Beispiel Mathematik. In I. Gogolin, A. Hansen, P. Leseman, S. McMonagle, & D. Rauch (Hrsg.), *Handbuch Mehrsprachigkeit und Bildung*. Springer VS.
- Prediger, S., Uribe, Á., & Kuzu, T. (2019). Mehrsprachigkeit als Ressource im Fachunterricht: Ansätze und Hintergründe aus dem Mathematikunterricht. *Lernende Schule*(86), 20–24.
- Pryzborski, A., & Wohlrab-Sahar. (2019). Forschungsdesigns für die qualitative Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (Auflage, S. 117–134). Springer Fachmedien.
- Repplinger, N., & Budke, A. (2018). Is multilingual life practice of pupils a potential focus for Geography lessons? *European Journal of Geography*, Vol. 9(3), 165–180.
- Riehl, C. (2002). Codeswitching, mentale Vernetzung und Sprachbewusstheit. In J. Müller-Lancé & Riehl, Claudia, Maria (Hrsg.), *Ein Kopf- viele Sprachen: Koexistenz, Interaktion und Vermittlung* (S. 64–78). Shaker.
- Riehl, C. (2019). *Code-Switching*. Sprache im Fach. Aufgerufen am 17.07.2020 unter https://epub.ub.uni-muenchen.de/61752/1/Riehl_Code-Switching.pdf.
- Roche, J. (2018). Modellierung von Mehrsprachigkeit. In J. Roche & E. Terrasi-Haufe (Hrsg.), *Kompendium DaF/DaZ: Band 4. Mehrsprachigkeit und Sprachenerwerb* (S. 53–79). Narr Francke Attempto.
- Rödel, M. (2016). Kausalsatz. In H. Glück & M. Rödel (Eds.), *Metzler Lexikon Sprache* (5. Auflage, S. 328). J.B. Metzler.
- Rollett, B. & Rollett W. (2018). Anstrengungsvermeidung. In D. H. Rost, Sparfeldt, J.R., & S. R. Buch (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (5. Auflage., S. 8–14). Beltz.
- Röska-Hardy, L. (2001). Sprechen, Sprache, Handeln. In G. Preyer, M. Ulkan, & A. Ulfig (Hrsg.), *Intention - Bedeutung - Kommunikation: Kognitive und handlungstheoretische Grundlagen der Sprachtheorie* (S. 139–158). Humanities Online.
- Schramm, K. (2010). Metakognition. In C. Surkamp (Hg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 218). J.B. Metzler.
- Schüler-Meyer, A [Andreas], Prediger, S., Wagner, J., & Weinert, H. (2019). Bedingungen für zweisprachige Lernangebote. Videobasierte Analysen zu Nutzung und Wirksamkeit einer

- Förderung zu Brüchen. *Psychologie in Erziehung Und Unterricht*(66), 161–175.
<https://doi.org/10.2378/peu2019.art09d>
- Schwarze, S. (2019). Sprachsensibler Geographieunterricht. In Y. Danilovich & G. Putjata (Hrsg.), *Sprachliche Vielfalt im Unterricht* (S. 107–122). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs: Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin Company.
- Singleton, D. M., Fishman, J. A., Aronin, L., & Ó Laoire, M. (2013). Current multilingualism: A new linguistic dispensation. In D. M. Singleton, J. A. Fishman, L. Aronin, & M. Ó Laoire (Eds.), *Contributions to the Sociology of Language /CSL]: Vol. 102. Current multilingualism: A new linguistic dispensation* (pp. 1–23). de Gruyter Mouton.
- Sweetser, E. (2002). *From etymology to pragmatics- Metaphorical and cultural aspects of semantic structure*. Cambridge University Press.
- Titz, C., & Hasselhorn, M. (2017). Sprachförderliche Maßnahmen im Elementarbereich. Ein erfolgsversprechender Weg zur Prävention von Bildungsmisserfolg. In M. Becker-Mrotzek & H.-J. Roth (Hrsg.), *Sprachliche Bildung - Grundlagen und Handlungsfelder* (S. 287–297). Waxmann.
- Trim, J. L. M. (Ed.). (2013). *Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen: Lernen, lehren, beurteilen ; [Niveau A1, A2, B1, B2, C1, C2*. Klett-Langenscheidt.
- Vogel, S., & García, O. (2017). *Translanguaging*. Aufgerufen am 15.05.2020 unter
<https://oxfordre.com/education/view/10.1093/acrefore/9780190264093.001.0001/acrefore-9780190264093-e-181>
- Waldmann, M. (2017). An Introduction. In *The Oxford Handbook of Causal Reasoning* (pp. 1–17). Oxford University Press.
- Weichhold, M. (2019). Pretest. In N. Baur & J. Blasius (Eds.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (2. Auflage, S. 349–356). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Weißenburg, A. (2013). “Der mehrsprachige Raum” - Konzept zur Förderung eines mehrsprachig sensiblen Geographieunterrichts. *GW-Unterricht*(131), 28–41.
- Weißenburg, A. (2018). Mehrsprachiger Fachsprachenaufbau im Geographieunterricht. *GW-Unterricht*(149), 30–37. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht149s30>
- Yu, Z., & Schwieter, J. W. (2018). Recognizing the Effects of Language Mode on the Cognitive Advantages of Bilingualism. *Frontiers in Psychology*, 9.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00366>

Zentralstelle für das Auslandsschulwesen. (2019). *ZfA- kurz gefasst*. Aufgerufen am 20.12.2019 unter <https://www.auslandsschulwesen.de/SharedDocs/Downloads/Webs/ZfA/DE/Publikationen/ZfAkurzgefasst.pdf>

6 Metacognitive Strategies for Developing Complex Geographical Causal Structures—An Interventional Study in the Geography Classroom

Zu zitieren als: Heuzeroth, J., & Budke, A. (2021). Metacognitive Strategies for Developing Complex Geographical Causal Structures—An Interventional Study in the Geography Classroom. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(2), 382–404.

Abrufbar unter: <https://doi.org/10.3390/ejihpe11020029>

Abstract: This article examines the impact of applied metacognition on the development of geographical causal structures by students in the geography classroom. For that, three different metacognitive strategies were designed: a. action plan, activating meta-knowledge prior to problem-solving and simultaneously visualizing action steps for dealing with the task (A); b. circular thinking (C), a loop-like, question-guided procedure applied during the problem-solving process that supports and controls content-related and linguistic cognition processes; c. reflexion (R), aiming at evaluating the effectivity and efficiency of applied problem-solving heuristics after the problem-solving process and developing strategies for dealing with future tasks. These strategies were statistically tested and assessed as to their effectiveness on the development of complex geographical causal structures via a quasi-experimental pre-post-test design. It can be shown that metacognitive strategies strongly affect students' creation of causal structures, which depict a multitude of elements and relations at a high degree of interconnectedness, thus enabling a contentually and linguistically coherent representation of system-specific properties of the human–environment system. On the basis of the discussion of the results, it will be demonstrated that metacognitive strategies can provide a significant contribution to initiating systemic thinking-competences and what the implications might be on planning and teaching geography lessons.

Keywords: metacognitive strategies; systemic thinking; complex geographical causal structures; problem solving; interventional study

6.1 Introduction

The target of the subject geography is to teach and stimulate the comprehension of complex system-relationships (DGfG, 2020, pp. 10–12). The object of these transfer- and acquisition processes, in accordance with an integrative human–environment system approach, are complex systems that represent ecological and social (sub-) systems as well as their effect-relationships (Finley et al., 2011; Fögele et al., 2020, p. 85). A series of studies (i.e., Heuzeroth & Budke, 2020; Köck, 2001; Rempfler & Uphues, 2011; Yuua et al., 2016) have given evidence, however, that students do not succeed at their

best, neither contentually nor linguistically, when dealing with complex (multicausal), systemic thinking and developing geographical causal structures (effect-relationships) in the context of complex problem-solving processes in the geography classroom.

At the same time, systemic thinking or, specifically, geographical causal structures as its smallest component, are the object and result of a complex problem-solving process (Heuzeroth & Budke, 2020; Hmelo-Silver, 2004). This problem-solving process is, as the authors suggest, marked by a content-related, a linguistic, and a strategic dimension. Content-relatedly, the problem-solving process requires the identification of a multitude of elements and relationships, the creation of highly interconnected causal relationships between those elements, and thus a comprehensive representation of system-specific properties, structures, and interactions (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2009, 544; Mehren et al., 2018). This complex representation of system organization and system behaviour (Mehren et al., 2015, p. 30) is the starting point for solving space-related, complex problems. When verbalizing geographical causal structures, being a representation of system properties, effect-relationships, and problem solutions, high relevance is given to the cognitive function of language (cognitive linguistics; Whorf, 1979). According to cognitive linguistics, the speaker's linguistic knowledge changes his or her capacity for, and capability of, complex thinking and its linguistic representation (Evans, 2012, 2015). Strategically, dealing with complex problems requires, i.a., effective forms of self-regulation and self-evaluation (A. L. Brown & DeLoache, 1978; Schmid & Funke, 2013). A promising approach to reduce the challenges with regard to all three dimensions would be the promotion of students' metacognitive skills through the application of metacognitive strategies and methods in the geography classroom. Metacognition is understood as the bringing to awareness of the declarative (content-related) knowledge, the so-called metaknowledge or metamemory, as well as the awareness of the procedural, i.e., strategic knowledge, or so-called metastrategies (Flavell et al., 1970; Flavell, 1979; Hasselhorn, 1992; Lockl & Schneider, 2007; Shaughnessy et al., 2008; Veenman, 2008). In the following, metacognitive strategies are understood as methods for their application in the geography classroom. These methods promote the metacognitive and reflexive processes leading to the content-related and linguistic conceptualization of systemic thinking, for the reduction and construction of complex effect-relationships. They furthermore support the required self-regulative organizational processes (i.e., (Hmelo et al., 2017; Jacobson & Wilensky, 2006; Köck, 2001). The findings of Heuzeroth and Budke (Heuzeroth & Budke, 2020, pp. 27–30) in particular suggest that metacognitive strategies for augmenting linguistic awareness and, as a consequence, the capability to verbalize complex geographical causal structures, be increasingly taken into account.

Yet it has remained mostly unexplained within the research area how those thinking tools and metacognitive methods are to be designed in order to enhance the development of complex causal structures by students in the scope of systemic thinking. What is also still unresolved is, what forms of implementing metacognitive strategies in particular lesson stages are especially effective and efficient.

This article aims to empirically test the effectiveness of metacognitive strategies for the development of complex, multicausal links by students. Thus, the following research questions will be examined:

F1 What impact does the application of metacognitive strategies have on students' creation of technically correct geographical multicausal links?

F2 Which of the methods a) action plan b) circular thinking and c) reflection particularly stimulate students' creation of technically correct geographical multicausal links?

The following hypotheses will be tested in the course of the interventional study:

Hypothesis 1 (H1). (metacognition and problem solving) *The application of metacognitive strategies when performing problem solving tasks increases the number and correctness of multicausal links in the geography classroom.*

Hypothesis 2 (H2). (point of use of metacognition) *The point of use of metacognitive strategies, either before or during working on the tasks, affects in different ways the quantity and quality of the technically (contentually) correct multicausal links established by the students.*

A positioning of the topic within the discourse of didactics of geography (Section 2) is followed by a discussion of complex geographical content and its symptomatic, multicausal structure. Multicausal links are part of a multi-layered problem-solving process. Therefore, based on an analysis of the operation of problem solving (Section 3), the difficulties and hindrances of multicausal linking will be examined and the contribution of metacognitive thinking tools and strategies to coping with the "problem space" (Newell & Simon, 1972, p. 141) will be depicted. Derived from that, three different metacognitive strategies (interventions) are presented, which can be applied in developing multicausal relations. Their effectiveness is empirically tested by means of an interventional study and compared with a control group (Section 4). After the presentation of the results (Section 5), central insights into the importance of metacognitive strategies for formulating multicausal links in the geography classroom are critically discussed (Section 6). A brief prospect is eventually given, sketching implications for teaching geography (Section 7). The following materials and worksheets on the metacognitive strategies used in the study are available online at <https://geodidaktik.uni->

koeln.de/multimedia/metakognitive-strategien-fuer-die-entwicklung-geographischer-
kausalstrukturen-im-rahmen-des-denkens-in-mensch-umwelt-systemen (accessed on 7 April 2021).

6.2 Complex Systems in Geography Lessons and Their Multicausal Structure

Human–environment systems and the causal effect–relationships (links) inherent in the system are central content in the subject of geography [1] (Deutsche Gesellschaft für Geographie, 2020) (pp. 11–12). In the following, the geographic characteristics of complex systems as well as the coherent multicausal geographical causal structures will be explained.

6.2.1 Complex Systems and Causality as Learning Objectives within the Subject Geography

Complex systems, like recycling of reusable resources, and the social, ecological, and economical effects relevant in that scope, are significant content for geography lessons (DGfG, 2020, p. 12). A complex system is hereby made up of elements (e.g., consumers, packaging producers, retailers), the degree of interconnectedness (e.g., system organization, intensity of the use of disposable packaging in everyday life), and the spatio-temporal dynamics (e.g., temporal and spatial development of organizational processes, amount of waste, changes in consumer behaviour) as well as the interaction of the system with its environment (i.e., Arndt, 2017; Mehren et al., 2015, p. 6). A starting point for the analysis of a system can be a complex geographical problem (Budke, 2013) that means, a criteria-based observation that a human–environment system is unstable, not sustainable, or dysfunctional, for example the increase of plastic and packaging waste in the seas. The target can be analyzing the causes for destruction and over-exploitation and investigating the connections between waste generation and pollution in the course of a problem-solving process. The analysis enables students to define an action target (e.g., prohibition of disposable packaging) and develop solution strategies (e.g., using sustainable resources) in order to adjust the system according to one's goals. Relevant objects for that analysis in complex systems are usually various causalities (or effect-relationships) between the elements of the system or their (multi-) causal interaction (links), respectively.

6.2.2 Characteristics of Multicausal Links in the Geography Lesson as Part of the Geographical Causal Structure

Causality describes a functional interdependence between a cause and an effect. Cause and effect emerge from a direct or indirect link or interaction between system elements (Mambrey et al., 2020; Tripto et al., 2016). The connection entails three aspects: effectiveness, the effective, and their interaction. Effectiveness describes the possibility or the potential that an element can evoke a certain effect or cause an effect (e.g., prohibition of single-use cups). The effective describes the change, i.e.,

the impacting force that one element has on one or several others (e.g., consumption of coffee in reusable cups). The interaction of cause and effect (e.g., changes in consumers' behaviour) describes the direction, strength, time, and space of the interaction of the elements (i.a. Batzri et al., 2015; Bollmann-Zuberbühler et al., 2010). What needs to be considered is that an effect cannot be placed before a cause in time (Asmuth, 2008, p. 290). For Luhmann (2018), causality is solely placed within a dynamic (unbalanced) system. Causality is, in addition, always self-referential, which means it may only refer to relations between elements within the same system. The attribution of cause and effect, however, is done from the outside by an observer (Dieckmann, 2004, p. 91; Luhmann, 2009). In the geography lesson, causal thinking is an operation by which conclusions on causes (e.g., lack of environmental awareness) are often made looking backwards from observable effects (e.g., plastic waste polluting the environment). The logical reconstruction of a relation takes place afterwards. Those separate operations are then expressed in written or oral language (Dörner, 2000, p. 98). This verbalization of systemic relations is termed geographical causal structure or (multi-) causal link, respectively (Heuzeroth & Budke, 2020).

Based on an integrative human–environment system approach (Finley et al., 2011; Fögele et al., 2020), multicausal geographical causal structures represent space-related processes, structures, and functions that take into view ecological and social (sub-) systems equally at the same time. With relation to the system–competence model by Mehren et al. (2014, p. 6; Mehren et al., 2018), multicausal geographical causal structures can be located both in dimension 1 (system organization and system behaviour) and dimension 2 (system-adequate options for actions). Geographical causal structures thereby integrate different competence levels of systemic thinking (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2009, p. 544) due to the verbalization of (1) at least three elements and their relationships, as well as (2) a complex degree of interconnectedness, and (3) a differentiated representation of system-specific properties [3] (Fögele et al., 2020, p. 84) (cf. examples). In the example, monocausal (a) and multicausal or, respectively, complex (b) geographical causal structures on the topic of climate change are depicted. Examples:

a. Monocausal/linear geographical causal structure:

Due to the logging of the rain forest, less Co₂ is stored and the change of the climate accelerates. (Laura, 16 years)

b. Multicausal geographical causal structure:

Because it is economically highly rewarding and, at the same time, less money is available for environmental protection, more rain forest is logged and cleared. Thereby, less Co₂ is stored and more emissions are given off. The climate changes thus accelerate. (Timo, 18 years)

6.2.3 Barriers and Obstacles on the Path to Complex Thinking

From the perspective of psychology (of learning), the simplification of complexity to linear cause–effect relations (reduction strategy) is, among other factors, regarded as a consequence of non-conscious, automatic, and effort-avoiding thinking (i.a. Kahneman, 2003, pp. 698–699; Kahneman, 2012; Pfister et al., 2017; Table 1). Concerning knowledge acquisition and the development of complex thinking skills, scholars refer to the mutual effect of available causal knowledge (“causal models”, Waldmann et al., 2006, p. 310; Table 1) and mental causal category formation. It is assumed that the attribution of cause or effect of a phenomenon depends on technical and causal pre-knowledge. Likewise, the cognition-triggering task structure as well as the then following forms of information storage in the mental lexicon are of prominent importance when developing complex thinking patterns (i.a. (Johnson-Laird & Khemlani, 2017; Perales et al., 2017; Table 1).

Tabelle 5 (Table 1)

Learning- and developmental-psychological, geographical, and linguistic barriers to developing multicausal geographical causal structures.

Barriers	Causes and Hindrances of (Multi-) Causal Linking	References
learning- and developmental-psychological	effort-avoiding adhesion to routine thinking operations (system 1) based on low motivation and emotions as a consequence of too little meaning individually attributed	Kahneman, 2003, 2012; Pfister et al., 2017
	lack of causal knowledge or flawed, or rather, marginally developed, causal models	Beller et al., 2017; Michael R. Waldmann, 2017)46,47]
	age-dependent ability of spatial imagination and perception of causality	Jean Piaget, 1950; J. Piaget & Inhelder, 1971
	concepts of causality depend on a specific social and cultural context	Le Guen et al., 2015
	missing feedback or flawed knowledge acquisition lead to flawed application of knowledge, i.e., the constructions of causal links as a consequence of a problem-solving process	Greiff et al., 2015
	excessive demand due to coincidence and feedback effects of system variables and the causal relation	
geographical	Overload due to coincidence and interaction effects of system variables and causal relations	Kaminske, 2001
	through emotional and affective loading as a result of sensual perception concepts of causality are determined by the close surrounding	Mehren et al., 2014; Mehren et al., 2015
	domain specific (technical) parameters of systems are not identified and impede resolving the relation types / effect relations of a system	Mambrey et al., 2020
linguistic	lack of linguistic resources leads to less contentual understanding, making thinking in complex interdependencies or causal effect relations less likely	Michalak & Müller, 2017; Schwarze, 2019
	flawed recognition of system variables (technical terms) and flawed selection of verbs for expressing spatio-temporal causal links	Heuzeroth & Budke, 2020, 2021
	flawed understanding and knowledge of linguistic causal markers on the word and sentence level	Blühdorn, 2006; Breindl & Walter, 2009

Rinschede and Siegmund postulate, proceeding from Piaget, a developmental-psychological cause and an age-dependent ability of the spatial conceptualization and perception of causality (Rinschede & Siegmund, 2019, pp. 55–56; cf. also Kaminske, 2001, p. 17). More complex, logical thinking operations or abstract thinking are thus possible no sooner than at the age of 11 (Euclidian space conception; J. Piaget & Inhelder, 1971, Table 1). As a central, cross-topical hindrance, Kaminske

(2001) points out the “coincidence” of too many elements that significantly affect the identification of systemic effect-relationships. The mutual interference and feedback between system elements impede a factually logical identification of cause and effect, including the assignment of effect direction and type (Kaminske, 2001, p. 21; Table 1). Mambrey et al. (2020, pp. 15–17) analyse the often-missing factual understanding of students concerning causal relations and system properties, and conclude that there exist domain-specific hindrances for complexity (Table 1). Mehren et al. (2014, p. 4) point to a “close-environment focus” (“Nahbereichsspezialisierung”), i.e., the attempts of humans to limit what is relevant to the sensually perceptible area, based on an emotional, affective load that subsequently prevents complex, multicausal linking (Table 1). Heuzeroth and Budke (2020, p. 20) found in their research that the application of linguistic scaffolds or multilingual learning settings in the geography lesson positively affect the contentual and linguistic quality of causal relations and the number of causal links established by students (Table 1). At the same time, they observed, in coherence with many other authors’ findings (i.a. Kaminske, 2001; Köck, 2004; Mehren et al., 2016), that expressing multicausal links poses a particular difficulty for students.

6.3 Problem Solving and Metacognitive Knowledge and Strategies—Core Aspects of Establishing Multicausal Links

The development of multicausal links in the lesson is often part or the result of a complex problem-solving process. In the following, central characteristics of problem solving, in particular control and monitoring of cognitive activities and actions, in short metacognition, will be discussed and their effects on the development of multicausal links depicted.

6.3.1 Features of Complex Problems in Geography Lessons

In the subject geography, students’ problem-solving competence is to be initiated by means of complex problems (DGfG, 2020, pp. 5–6). The objects of this problem-solving competence are the interdependencies and effect-relationships within the system earth–human as well as their natural geographic and human geographic sub-systems (DGfG, 2020, pp. 10–12). In contrast to analytical problems, where all information relevant to the solution is entailed in the problem situation or can be accessed by deductive reasoning (Buchwald, 2015; Hmelo et al., 2017), complex problems require the exploration of the problem situation by an examination of its elements as well as the effect-relationships of the system (Buchwald, 2015, pp. 18–19). A problem emerges from the presence of targets (e.g., environmental protection) and defines therefore a desired state (target state). Complex problems are marked by their dynamics, a multitude of targets, interconnectedness, non-transparency, and complexity (Betsch et al., 2011, p. 155; Dörner, 2000, pp. 58–59). Normally, complex

problems are “poorly defined situations“ (Betsch et al., 2011, 141), that means an evaluation of the validity of the solution concept appears difficult. Referring to geographical relations, Budke (2013, pp. 25–27) differentiates three types of problems: (a) understanding- und knowledge gaps, (b) contradictions, and (c) complexity. The problem’s solution is thus defined by (a) resolving the lack of understanding, (b) obtaining evaluative certainty, and (c) the comprehension of complex interrelationships.

Newell and Simon name the path from the initial state (problem) to the target state (problem solution), via various intermediary states where a multitude of thinking operations are conducted and the knowledge base changes, the “problem space“ (Newell & Simon, 1972, p. 21). The thinking operation required to deal with that problem space is called problem-solving thinking (Betsch et al., 2011; Dörner, 2000). Since routine actions are not available (Betsch et al., 2011, p. 139), problem-solving thinking is a creative process of heuristically searching for solution strategies (Novick & Bassok, 2005, p. 326). These heuristics for closing the gap between the status quo and the target state demand the application of transformation knowledge, creativity, metacognitive skills, and, finally, a reconstruction of knowledge bases (Edelmann & Wittmann, 2019, pp. 181–191). This reconstruction represents the contentual transformation of the actual state (problem question, information in the material, fragility of the eco-system) into a desired target state (reduction of unwanted phenomena). To what extent metacognition may constructively contribute to dealing with the problem space and thus promote thinking in complex geographical causal structures will be examined below.

6.3.2 Metacognition—Knowing about Knowledge and One’s Own Strategies

Flavell (Flavell et al., 1970; Flavell, 1979, p. 907) differentiates metacognition into knowledge of strategies and knowledge on one side and, on the other, into surveillance of one’s own uses of strategies, i.e., the knowledge of dealing with cognitive challenges (e.g., problem-solving), as well as controlling and monitoring of one’s own activities. Metacognitive knowledge (meta-memory) comprises intrapersonal cognitive structures and processes that refer to the knowledge about one’s own thinking and cognitive acquisition processes (declarative dimension, i.a. Wolfgang Schneider et al., 1998; W. Schneider & Bjorklund, 2003). Metamemory refers to our knowledge and awareness of our own memory processes. In this case, knowledge means self-knowledge about our memory processes (Schwartz, 2014; Schwartz & Metcalfe, 2017, p. 8). Knowing about the planning and controlling of one’s own thinking and acting while preparing and performing one’s actions constitutes the procedural dimension (Harms, 2007, p. 130; Hasselhorn, 1992, p. 130). The knowledge about one’s own knowledge and thinking potentials is referred to as person variable (self-knowledge). Knowledge

about the demands entailed in a problem or task are specified by Flavell (1979, p. 907) as problem variables (knowledge about tasks). Knowledge about strategies and when what strategy can be applied effectively is termed strategy variable (strategic knowledge; Flavell, 1979, p. 907; Pintrich, 2002, pp. 220–222).

Hasselhorn (1992, p. 42; Table 2) differentiates five sub-categories of metacognition: systemic knowledge (knowledge about strategies, learning requirements and one's own cognitive activities), epistemic knowledge (knowledge of one's own knowledge), executive processes (planning, controlling, monitoring), sensitivity (experience, intuition), and metacognitive experiences (knowledge of one's own emotions and learning experiences). The sheer multitude of metacognition and the various effects on cognition processes allows the assumption that there is a large effect on the development of multicausal links, which will be further explained in the following section, with particular regard to the development of metacognitive methods.

6.3.3 Difficulties in Problem Solving and the Creation of Multicausal Links—the Possible Value of Metacognitive Strategies

The development of multicausal links by students in the geography lesson can potentially be stimulated through metacognitive strategies and methods, since these affect all phases of the problem-solving process, such as target identification, self-instruction, self-evaluation, and contextualization (Hattie, 2012, pp. 102–104; Lavery, 2008; Table 2). Before dealing with the task itself, respective strategies may support students in sorting out the contentual and situative problem contexts (transparency; Funke, 2012, p. 684), e.g., by activating the domain-specific prior knowledge, helping to understand the task, and supporting (encoding; Novick & Bassok, 2005, p. 322; Pfister et al., 2017, p. 342) the identification of the target (target state, see above). Metacognitive strategies might support students to understand the dynamics, multitude of targets, interconnectedness, non-transparency, and complexity of problems. Metacognitive strategies may have very positive effects on emotions (e.g., subjective attitudes towards, and experiences with, the topic) and the motivation of students (Brandstätter et al., 2018). The resulting attention (-control) or raised concentration capacity (Betsch et al., 2011, pp. 138–141) can crucially affect the successful mastering of the problem solving process and thus the creation of multicausal links (Dunlosky et al., 2021).

Tabelle 6 (Table 2)*Selected characteristics and effects of metacognitive strategies on learning and problem solving*

Reference	Characteristics/Recommendations/ Findings on Metacognition
1978; Flavell et al., 1970; Flavell, 1979	The knowledge of effective storage and recalling strategies, knowledge about these strategies, knowledge on what strategy to use for what challenge, and the monitoring during its application.
Brown, 1978; Brown & DeLoache, 1978	Control, surveillance, and monitoring processes as fundamental features of efficient thinking. They can be promoted through: I. Prior to working on the task: Recognizing and checking the cognitive requirements and the identification of internal action routines or targeted strategies as well as planning task handling when defining distinct action steps; II. While working on the task: permanent surveillance, coordination, and corrections of task solving and maintaining awareness and motivation; III. After finishing work on the task: Evaluation and inspection of target accomplishment and its quality.
Schneider et al., 1989; Schneider & Bjorklund, 2003; Schneider & Hasselhorn, 1988	Metacognition as a construct consists of a metamemory and metacognitive (executive) strategies. The metamemory positively affects the performance with memory-based tasks. The presence and application of executive components proved to raise the performance of work on tasks.
Hasselhorn, 1992	Differentiation of metacognition into 5 sub-categories: 1. Systemic knowledge, 2. Epistemic knowledge, 3. Executive processes (monitoring) and planning own learning processes, 4. Sensitivity for the potentials of cognitive activities, 5. Metacognitive experiences concerning one's own cognitive activity.
Callender et al., 2016; Metcalf & Finn, 2008	The sensitization for misconceptions of one's own subjective performance by means of metacognitive strategies and feedback can positively affect students' performance and learning success.
Tripto et al., 2016	Explicit use of a technical system language and technical system properties by the teacher during the teaching and learning activities enhance students' metacognitive thinking processes and enable them to perform a skill transfer to, and application within, other contexts.
Azevedo, 2020	(1) Embedding of metacognitive instruction into the subject matter of teaching in order to secure compatibility, (2) information of learners on the usefulness of metacognitive activities in order to motivate them to undergo the initially additional effort, and (3) extension of the training in order to secure the smooth and constant application of the metacognitive activity.
Dunlosky et al., 2021	Metacognitive monitoring: strategies are applied to monitor learning behavior, having a positive effect on learners' success.
Vuorre & Metcalfe, 2021	Metacognitive competences and the precision of task handling (performance) as well as matching (correctness) of task relations have a great mutual influence.

In the course of the problem solving process, metacognitive strategies may lead to an effective monitoring and control of cognition and strategy use (executive component; Brown & DeLoache, 1978; Table 2). Thus, existing knowledge structures and strategic resources for the process of dealing with, and the solution of, a problem are mobilized (means-goal-analysis; Schmid & Funke, 2013, pp. 338–339). The mobilized knowledge structures and resources may presumably increase students' abilities to choose, categorize, and combine (selection) available information (system elements, causal relationships) according to their relevance. In this way, problem-related relevant system elements and their causal structure are expected to be identified sooner. Once single system elements have been identified, metacognitive strategies supposedly support the recognition of target-related possibilities of combining systemic causal links and the direction and strength of the interdependencies. This recognition would be a result of the (metacognitive) circular comparison of existing internal causality concepts and models, as well as possible problem solving variants that contribute to the goal of reducing the gap between status quo and target status (Davidson et al., 1996, pp. 212–214; Funke, 2012).

The targeted application of metacognitive strategies supports the development of multicausal links through the organization and transformation of knowledge (Lavery, 2008). This happens owing to a structuring of the problem-solving process as well as the activation of and the access to students' conceptual knowledge.

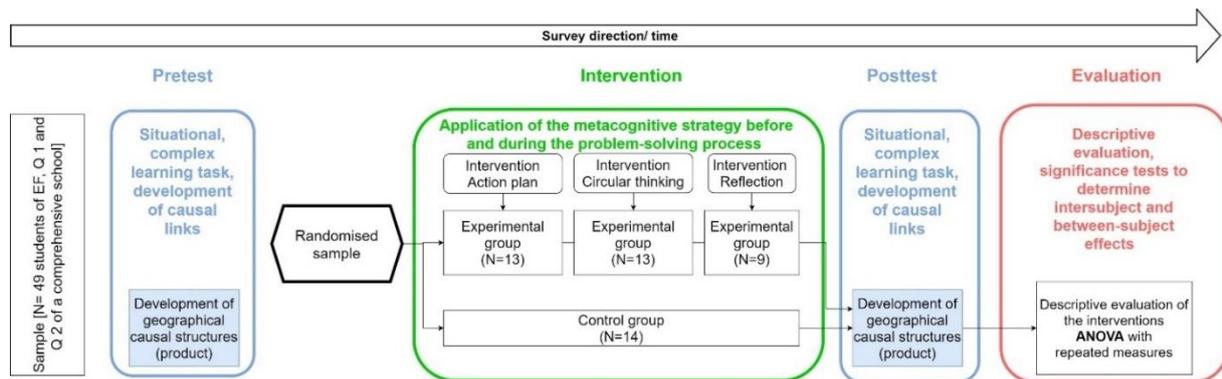
Key aspects are the strategies accessible to learners which allow them to make a choice from the given information content and solution options (Pfister et al., 2017). That choice takes place based on certain subjective heuristics or, alternatively, clearly defined acting and thinking patterns. During the process of metacognition, these heuristics get activated more easily and repeatedly adjusted in relation to the problem's demands (multicausal links) in connection with the technical and linguistic resources available to the students (Flavell, 1979, p. 908; Table 2). They might, as a consequence, be more capable of monitoring the development of complex multicausal links and of verifying or rectifying the result, i.e., the linguistically correct representation of (geographical) content relationships (Vuorre & Metcalfe, 2021; Table 2). So far, it has remained mostly unexplored how the triad effective in the classroom, consisting of motivation, cognition, and metacognition (Short & Weissberg-Benchell, 2012), ought to be designed in order to successfully develop complex geographical causal structures in the geography lesson. In particular, the effectiveness of metacognitive strategies on the creation of multicausal links in the context of thinking in human–environment relationships is as of yet mostly unexplained.

6.4 Methods/Survey Design

The research hypotheses and questions (cf. Section 1) were examined via an explanative study with a quasi-experimental randomized pre-posttest design (Döring & Bortz, 2016, pp. 213-214; Shadish et al., 2002, p. 258; Figure 1).

Abbildung 27 (Figure 1)

Survey design (own illustration).



The depicted survey design (cf. Figure 1) was applied in December 2020 in three senior classes (The senior level leading to the Abitur (higher education entrance qualification) in North Rhine-Westphalia consists of a one-year introduction stage and a two-year qualification stage) at a Gesamtschule (A “Gesamtschule“ (comprehensive school) is a German school type that offers different educational programs within a single school) in the German state of North Rhine-Westphalia (NRW). Due to the general schools’ closure from December 2020, in connection with the SARS-CoV2 pandemic, the posttest had to be conducted via distant-learning, i.e., digitally. This circumstance brought about a higher sample mortality. The sample size amounted originally to 66 students (male: $n = 29$; female: $n = 37$) aged between 16 and 20. At the survey’s end, data of $n = 49$ study subjects (male: $n = 20$; female: $n = 29$) were available. According to our a priori test strength analysis (G-Power, $1-\beta = 0.80$, $\alpha = 0.05$, $f = 0.25$, (Döring & Bortz, 2016, p. 841), a sample size of $n = 48$ ought to provide significant and reliable statistical effects. The randomization, that secured an equal distribution of characteristics of the survey group and the control group, was done by means of the “matched sample” method, taking into account the results of the pretest, grades in the subjects mathematics, German, and geography, as well as age and the gender of the survey subjects (Döring & Bortz, 2016, pp. 200–201; Stein, 2019, p. 140). Additionally, the confounding variable of language or, respectively, the linguistic barriers at expressing causal links, were to be disabled by using a linguistic support tool which was made available to all groups. The statistical correlations of the effect of metacognitive strategies on the number and

correctness of multicausal causal structures were tested regarding the individual improvement in creating multicausal links (within-subject effects) and regarding the differences in the effectiveness of the applied strategies (between-subject effects). The results were encoded and analysed via repeated measures ANOVA in SPSS 27 (Blasius & Baur, 2019, p. 997).

6.4.1 Expression of Thinking in Complex Human–Environment Relationships—Geographical and Linguistic Features of Multicausal Geographical Causal Structures

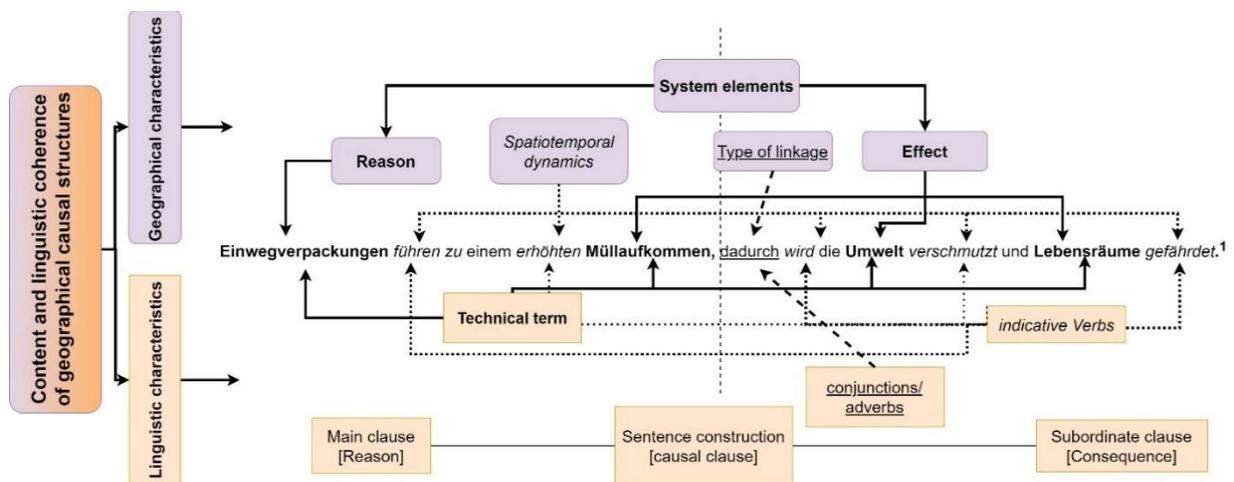
Human–environment systems are marked by various causal relationships (Sections 2.1 and 2.2). Those causal relationships have to be verbalized by students in the scope of systemic thinking in the classroom (Sections 2.3. and 3.3.). The verbalization of causality in the geography classroom happens by means of geographical causal structures. On the basis of complexity (quality: mono- or multicausal) and accuracy of the verbalized causal structures (dependent variable), the effectiveness of metacognitive strategies (explanatory variable) is to be measured (Figure 1). According to Heuzeroth and Budke (2020, pp. 4–5), a geographical causal structure consists of content-related geographical technical terms (e.g. waste, disposable packaging, resources) or phrases that are composed of nouns and adjectives. These denote the system elements and their spatial positioning. Verbal constructions (such as “reduce”, “determine”) or adverbial phrases (e.g., based on the high consumption...”) express the time, direction, and strength of the causal interdependency. Verbal constructions thus qualify the relationships between the geographical elements (Blühdorn, 2006, pp. 256–259; Klabunde, 2018, p. 108). The use of adverbial sentences by means of a main-subordinate clause construction allows marking cause and effect on the sentence level. A peculiarity of the multicausal link is the (potential) connection of several sentences to express a complex effect relationship. There exist different sentence types with specific (causal) characteristics (Rödel, 2016, p. 328).

The example sentence (Figure 2) is a causal sentence. The function of the subordinate clause is defining a consequence for the reason in the main clause (“carrier clause”; Hoberg & Hoberg, 2016, p. 378). The main and subordinate clause are preceded by a (causal) conjunction, subjunction, or adverb, for example “as” and “because”, “since”, or “therefore” (in the example figure 1 with the adverb “thereby” / “dadurch”). These express an interdependency between cause and effect. They function as causal markers on a lexical level (Blühdorn, 2006, pp. 258–262). Multicausal links are characterized by the presence of an effect-relationship between at least two causes and an effect or, respectively, a cause with at least two effects. Multicausality differs from linear (effect-) causal chains by the number of interlinked system elements. On the one hand, system elements of different hierarchical levels can be linked multicausally. On the other hand, different degrees of interconnectedness (e.g., feedbacks) can be represented by geographical causal structures. Moreover,

multicausal geographical structures may relate several spatial entities and temporal process dimensions (spatio-temporal dynamics, i.a. Müller, 2016, p. 45; Heuzeroth & Budke, 2020, pp. 5–8). A successful (multi-) causal linkage in the geographical context is contentually and linguistically coherent. Linguistic coherence can be spoken of if spatial, temporal, and causal encoding allows a linguistic allocation of causes and effects (Blühdorn, 2006, p. 280). Content coherence means that the linguistic allocation of a cause to an effect corresponds with the current geographical or subject-specific knowledge (Heuzeroth & Budke, 2020, p. 7; Heuzeroth & Budke, 2021, p. 24-26).

Abbildung 28 (Figure 2)

Geographical and linguistic features of multicausal links (own illustration).



¹ Translation: Disposable packaging leads to increased waste generation, thereby polluting the environment and endangering habitats.

The dependent variable “multicausal link”, thus the effect of metacognition, became manifest in the respective quantity and accuracy (testing according to the model by Heuzeroth and Budke (2021, p. 23) of multicausal links in the results of the pre and posttests. Based on the changes in numbers as well as the changed portion of the contentually and linguistically correctly (accuracy) produced geographical causal structures, the effects of the three different interventions (a–c) were tested. Contentually and linguistically correct multicausal links were furthermore tested as to their topical content-relatedness to the problem question (matching). Criteria for topical matching were the applied technical terms expressing recognized system elements as well as topical effect relationships represented by indicative verbs and conjunctions. Additionally, the individually created geographical causal structures were analysed concerning the number of used items of spatial information and their changes before and after conducting the interventions.

6.4.2 Methods of Promoting Metacognitive Strategies

Owing to the interconnectedness of the individual aspects of metacognition, it is difficult to measure them in an isolated way (Hasselhorn, 1992, p. 43). As a consequence, three metacognitive interventions have been developed: a) action plan (A); b) circular thinking (C); c) reflection (R), and are applied in one experimental group each (all material on the interventions can be found under <https://geodidaktik.uni-koeln.de/multimedia/metakognitive-strategien-fuer-die-entwicklung-geographischer-kausalstrukturen-im-rahmen-des-denkens-in-mensch-umwelt-systemen>). They will be explained in brief below.

(a) Action plan (A)

The metacognitive knowledge and strategies are to be activated, organized, and verbalized by means of an action plan and thus be made available for the task-solving process (Nett & Götz, 2019, pp. 79-83). The method's targets are increasing problem comprehension, activating prior knowledge, and bringing to mind action steps during the problem-solving process. It thus aims to support structured proceeding when creating and evaluating geographical causal structures. Impulse control and pausing, hence inhibition of actions, are the first step towards awareness and thus further approaching the problem solution and thereby the development of multicausal links (Nassehi, 2020). Identifying a problem, bringing to mind the available skills (Davidson et al., 1996, p. 215), weighing up different solution paths, and applying them in a controlled manner promise to be a productive element to successfully manage the problem-solving process and develop contentually and linguistically correct multicausal links as a consequence (Hasselhorn, 1992, p. 35). By means of the action plan, knowledge regarding one's own thinking proficiency and thinking strategies is supposed to be activated, which is subsequently available for various encoding processes (i.a., problem comprehension, "Problemverständnis"; Schneider et al., 1998, pp. 380–383). The plan's construction promotes the development of individual, yet problem/solution-related criteria for reducing content complexity, reduces the risk of overload by informatory diversity ("cognitive load theory", (Chandler & Sweller, 1991; Sweller, 1988), and enables the activation of contentual and strategic prior knowledge and self-regulating processes of planning and acting (volitional phase; Brandstätter et al., 2018, pp. 138–142). It involves "problem-solving through application of strategies" (Edelmann & Wittmann, 2019, p. 184) and supports learners in the stage of orientation and planning of the problem-solving process (Carlson & Bloom, 2005, pp. 62–65).

(b) Circular thinking (C)

The second intervention is to support the effectivity of the problem-solving process through question-guided, circular thinking and thus promote the creation of multicausal links. Circularity thereby means a loop-like, question-guided procedure in five steps: 1. Recognizing causes/effects; 2. Defining effect-relationships; 3. Verifying the matching of effect-relationships to the problem question; 4. Verbalizing effect-relationships; 5. Evaluating the causal and linguistic accuracy of the effect-relationships. By stimulating circular thinking strategies, problem-solving potentials are to be revealed and the appropriate form of problem-solving for particular tasks or targets can be found (Nassehi, 2020). This interlinked and dynamic thinking (Arndt, 2017, p. 23) requires a feedbacking, circular or spiral-shaped matching-process between the identification of the elements, of the interrelationships, and thus the potentials of the system state (Davidson et al., 1996, pp. 212–213). The approach of circular questioning and thinking borrows from systemic therapy (Schlippe & Schweitzer, 2003; Schlippe & Schweitzer, 2016, p. 118) and hermeneutic questioning (Gadamer, 1990, pp. 478–480; Figal, 2007, p. 230). It concedes students a conscious (observing) distance to the learning object. In this way, the information gain and analysis of patterns, processes, and causal interdependencies are structured and enhanced, and what is more, the student's own knowledge resources are activated and visualized (Schlippe & Schweitzer, 2016, p. 141). Present questions ("Gegenwartsfragen") and reality-constructing questions ("Wirklichkeitskonstruktionsfragen") come to use. They help to better comprehend the context of the problem, adjust the perspective on the system, and identify new forms of causal links (interactional relations; Schlippe & Schweitzer, 2016, pp. 145–146). The intervention supports learners' monitoring processes in the executive stage of problem solving (Carlson & Bloom, 2005, pp. 62–65) by activating individual action-control strategies and self-regulating mechanisms (Brandstätter et al., 2018, p. 149).

(c) Metacognitive Reflection (R)

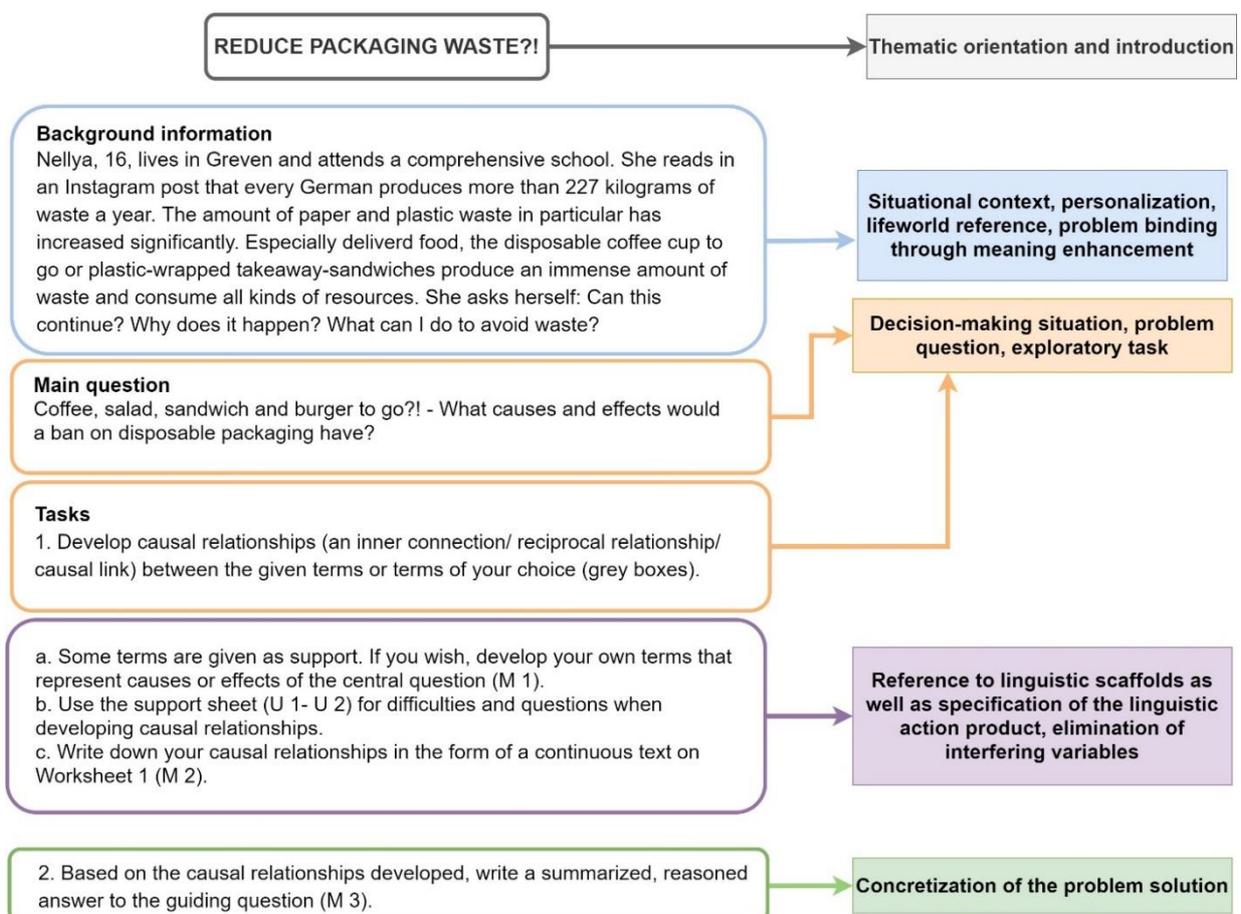
The effect of metacognitive reflection stages is tested through an individual evaluation of the pretest results in connection with students' specific thought impulses and poses the third intervention. The intervention consists of four central aspects: 1. An individual content-related assessment of the quality of the target accomplishment/problem solution; 2. Self-evaluation of contentment with one's own results; 3. Reflection on the applied strategies leading to the problem's solution; 4. Formulation of targets and steps to improve future handling of tasks. The intervention reflection aims at identifying and elaborating the effectivity and efficiency of the problem-solving heuristics applied and thus support the development of metacognitive competences (i.a., Veenman, 2008, p. 5; Brown, 1978, pp. 142–144). Converting successful heuristics into strategies plays a central role in developing

metacognitive knowledge (Buchwald, 2015, pp. 18–19). This conversion is the result of reflecting and testing the solution and the approach to the problem based on the criteria: (a) accuracy and (b) efficiency (Carlson & Bloom, 2005, p. 70). This process is supported by a question-guided analysis with sample solutions that are related to students' own solutions.

In accordance with the goal-setting theory, task definitions for all interventions were formulated in a specific, precise, realistic, and challenging way, so that accomplishing the target could be concretely operationalized by the students (Grassinger et al., 2019, pp. 222–223; Figure 3). The tasks were set exploratively (Dörner, 2000, p. 198). The target binding, however, was increased by embedding the task into a situative decision context (“situative learning”; Bischof-Köhler, 2011, p. 283) in order to augment the student’s sense of purpose of the task (Brandstätter et al., 2018, p. 138). The respective material was piloted in a class of the introductory stage. Thereby, the task formulation and description of the situation were specified, and the layout arranged so as to be easier to read.

Abbildung 29 (Figure 3)

Task structure with pre- and posttests (here: topic of the pretest, own illustration)



6.5 Results

The results of the pre and posttest are first descriptively presented. Thereafter, the hypotheses are analytically tested based on the obtained quantitative data, via SPSS 27 and repeated measures ANOVA.

6.5.1 Descriptive Account of the Data from Pre- and Posttests

In total, for $n = 49$ students (age: $M = 17.02$, $SD = 0.878$) prior to the intervention (t_0) 260 ($M = 5.31$) and after the intervention (t_1) 276 ($M = 5.63$), causal links were detected (for examples, cf. figure 4). According to these figures, a significant increase in the number of causal links occurred. In t_0 $n = 111$ ($M = 2.27$) and in t_1 $n = 185$ ($M = 3.78$), multicausal links were created, representing an increase by 66.67 %. Thus, not only the number of causal, but also that of multicausal links was augmented after the intervention. Of the links formulated by students, in $t_0 = 177$ (68.08%) and in $t_1 = 228$ (82.61%) were matching the topic, as well as contentually and linguistically correct (Table 3; Section 4.1.).

In order to illustrate the collection and evaluation of geographical causal structures at pre and posttest, two examples are given in the following:

(I) There would be fewer orders, which is why less exhaust fumes could be detected in the environment (Paul, 18 years).

The student's answer (I) stems from the pretest (Figure 1). It represents an incorrect multicausal causal structure. In spite of identifying topically relevant system elements (orders, environment, exhaust fumes) and the use of a causal clause (here: main- subordinate clause structure), the used construction (which is why) is contentually and linguistically inaccurate. The indicative verbs (be ... fewer; could be detected), in connection with the conjunction, represent no clearly identifiable spatio-temporal dynamics of the described effect-relationship. The geographical causal structure has not been developed correctly.

(II) Because the online market has a greater choice, people purchase there and the retail shops make less profit (Lena, 17 years).

The answer (II) stems from the posttest (Figure 1) from the intervention group circular thinking (C; Section 4.1.). It represents a correct multicausal causal structure, in spite of minor linguistic shortcomings. This is effected by the correct identification of the topically relevant system elements (online market, choice, people, retail shops, profits) and the application of a causal clause (here: subordinate-main clause structure), which is lead in by the correct conjunction (because). Despite the fact that the indicative verbs (has; purchase ... there; make less) are

linguistically not completely accurate, the spatio-temporal dynamics of the effect relationship can be extrapolated. The geographical causal structure has been developed correctly.

It becomes evident that the portion of higher-quality links by students has greatly increased after the application of metacognitive strategies in the course of the intervention. The decrease in the share of the correct causal links in the control group (-2.91%), compared with the increase among the intervention groups (H = 31,70 %; C = 25.79 %; R = 17.86%), highlights the effectiveness of the tested metacognitive strategies. Both interventions for promoting metacognitive thinking: action plan (A), and circular thinking (C), have each lead to an increase in the number of causal links and their content-related matching with the complex problem-solving task (Table 3). As to the intervention reflection (R), the total number of links sank (Table 3, t_0 : $M = 6.44$, t_1 : $M = 6.22$), although here the highest initial level was found in t_0 . A statistical effect of age and gender on the number and correctness of multicausal links was not observed (age: $F(4.000, 44.000) = 0.194$, $p = 0.941$; gender: $F(1.000, 47.000) = 2.013$, $p = 0.163$).

Tabelle 7 (Table 3)

Number, topical matching, accuracy of the geographical causal structures as formulated by students in the intervention and control group before (t_0) and after (t_1) the application of metacognitive strategies.

Survey Groups	Total Number of Causal Links		Number of Topically Matching Links		Number of Correct Causal Links		Portion of Correct Links in %	
	t_0	t_1	t_0	t_1	t_0	t_1	t_0	t_1
	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>
Intervention action plan	5.38	5.92	4.69	5.62	3.77	5.38	65.75	86.59
Intervention circular thinking	5.46	5.85	4.38	5.62	3.31	5.23	70.11	88.19
Intervention reflection	6.44	6.22	5.78	6.00	5.00	5.44	73.06	86.11
Control group	4.36	4.79	3.93	4.64	2.86	2.93	66.57	63.66

6.5.2 Effect of Metacognitive Strategies in the Development of (Multi-) Causal Links

In this chapter, both research hypotheses (a and b) will be tested based on the obtained data. The statistical analysis of the effect of the interventions on the creation of complex geographical causal structures yielded the following results.

(a) H1 (metacognition and problem solving) The application of metacognitive strategies when performing problem solving tasks increases the number and correctness of multicausal links in the geography classroom.

Founded on the evaluation of the aggregated data of the intervention groups ($n = 35$) in relation to the control group ($n = 14$), with regard to the development of the number of geographical causal structures, a statistically significant interdependency was determined $F(1.000, 47.000) = 6.035$, $p = 0.0178$, partial $\eta^2 = 0.113798$ (A repeated measures ANOVA with a Greenhouse-Geisser correction determined that mean performance levels showed a not statistically significant difference between measurements) (Table 3.; Figure 4). The portion of correct causal structures rose from 69.69% to 86.96%, whereas the portion of correct causal structures decreased from 66.57% to 63.66% among the control group (Figure 4).

Abbildung 30 (Figure 4)

Effect of the intervention on the accuracy of geographical causal structures ($n = 49$) (own illustration).

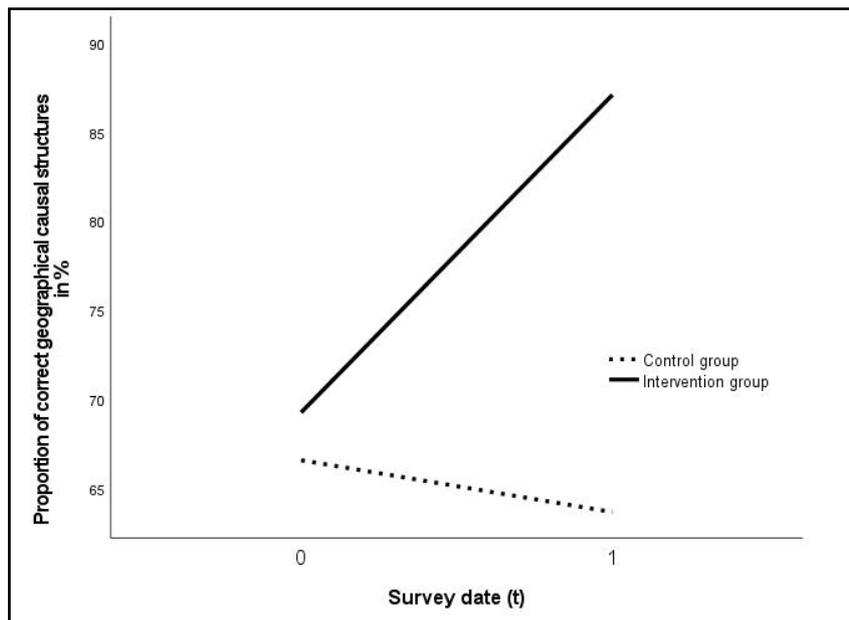
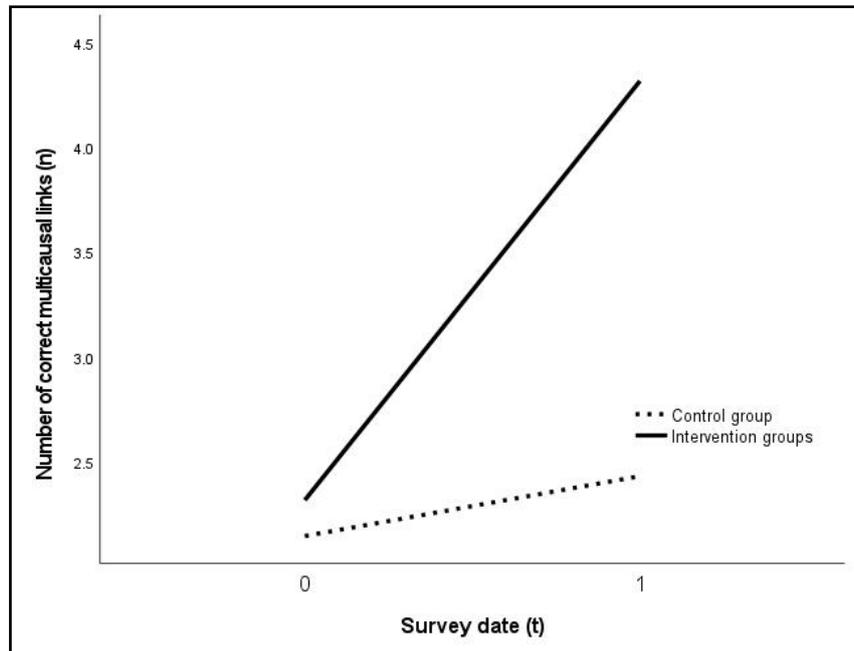


Abbildung 31 (Figure 5)

Effect of the intervention on the number of geographical causal structures (own illustration).



The analysis of the aspect of accuracy of the created multicausal links (Table 4, Figure 5) also revealed a statistically significant correlation: $F(1.000, 47.000) = 5.553$, $p = 0.0227$, partial $\eta^2 = 0.105667$. The statistical effect of the intervention on the accuracy of the students' multicausal links amounts to $f = 0.32$, and on the number $f = 0.36$, thus representing a medium effect with a tendency towards a large effect size (Cohen, 1988, pp. 287–289).

Founded on the data, hypotheses H1 can be confirmed on the basis of the available sample. The applied metacognitive strategies are evidently highly effective on the problem-solving process and obviously support the construction of multicausal links by students in the geography classroom (Figures 4 and 5, Table 4).

Tabelle 8 (Table 4)

Effectiveness of interventions on the development of mono- or multicausal geographical causal structures.

Survey Groups	Number of the Correct Monocausal Links			Number of the Correct Multicausal Links		
	t ₀	t ₁	Δt	t ₀	t ₁	Δt
	<i>M</i>	<i>M</i>	in %	<i>M</i>	<i>M</i>	in %
Control group	0.71	0.71	0.00%	2.14	2.43	13.55%
Intervention action plan	1.15	1.23	6.96%	2.54	4.23	66.54%
Intervention circular thinking	1.38	1.15	-16.67%	2.31	4.15	79.65%
Intervention reflection	2.89	0.78	-73.01%	2	4.67	133.50%

Whether the timing of the application of metacognitive strategies exhibits differing effectiveness on the creation of complex geographical causal structures will be shown in the following by testing the second research hypothesis (b).

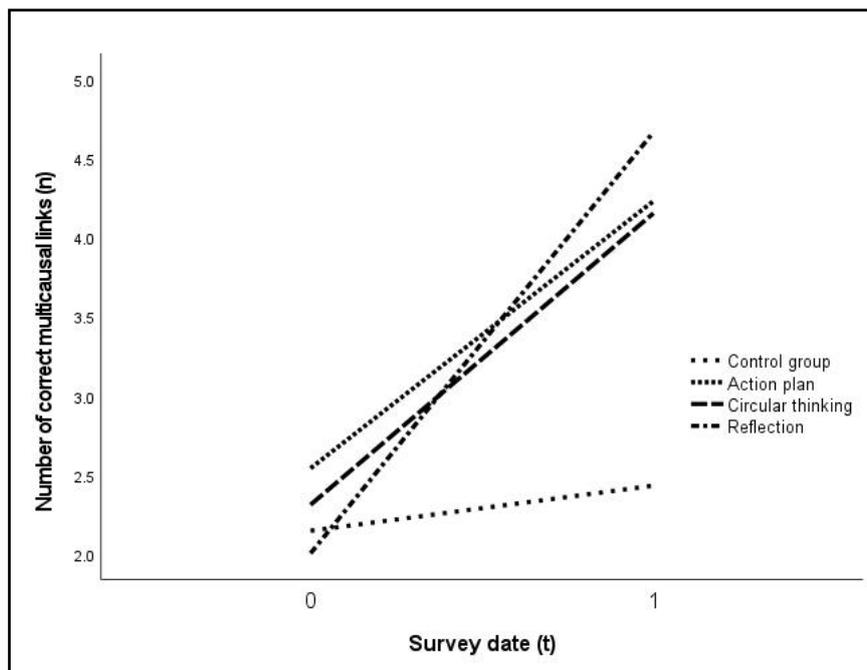
(b) H2 (point of use of metacognition) The point of use of metacognitive strategies, either before or during working on the tasks, affects in different ways the quantity and quality of the technically (contentually) correct multicausal links established by the students.

The individual observation of the control group and the three intervention groups ($n = 49$) revealed a significant main effect on the time, i.e., solely based on the repeated application of the intervention with $F(1.000, 45.000) = 25.238$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.359320$, as well as a very large effect of $f = 0.560$ (Cohen, 1988, p. 287; Table 4; Figure 6). There was, however, no statistically significant effect observable between the allocation to a particular intervention group and the number and accuracy of multicausal links $F(3.000, 45.000) = 2346$, $p = 0.085$ (Figure 6). Therefore, a qualitative differentiation of the individual interventions regarding their effectiveness on the development of multicausal geographical causal structures based on the point of their application in the problem-solving process and the design of the intervention could not be statistically proven on the basis of the present data $F(3.000, 45.000) = 2.346$, $p = 0.0854$, partial $\eta^2 = 0.135245$. The effects of the change in number and accuracy of the multicausal links formulated by the students were similarly high in all three intervention groups (Table 4 and Figure 6). The reduction of monocausal links by the intervention group reflection (Table 4) in particular, and the increased effect on the development of multicausal

links (increase of multicausal links: $M_{t_0} = 2$ on $t_1 = 4.67$, Table 4), have to be highlighted. What similarly has to be pointed out is the high increase rate in the proportional accuracy of the multicausal links by the intervention group action plan (Table 4).

Abbildung 32 (Figure 6)

Number of multicausal links in t_0 and t_1 according to groups (own illustration)



6.6 Discussion

Based on the present study, it can be concluded that the application of metacognitive strategies and methods has a large effect on the construction of contentually correct, and on the number of multicausal geographical, causal links (Table 4; Figure 6). Accordingly, metacognition leads to a qualitatively and quantitatively improved creation of multicausal geographical causal structures when solving complex tasks (Table 4, Figures 5 and 6). Additionally, it becomes clear how important the implementation of metacognitive strategies of thinking and acting might be for learning-effective geography lessons, in particular concerning the promotion and the establishment of systemic thinking competences (i.a. Gick, 1986, p. 4; Mehren et al., 2018, p. 4).

As a consequence of the study, it can be assumed that metacognitive control and monitoring processes raise the task-related and topical accuracy. This confirms findings by Vuorre and Metcalfe (2021, p. 19) and Dunlosky et. al (2021, pp. 23–27) on the connection of metacognitive competences and the precision or matching of the task processing or learning success, respectively. It nevertheless

remains unresolved what metacognitive strategies or methods are particularly suited for initiating individual system competences (Arndt, 2017, pp. 25–32; Brockmüller & Siegmund, 2020, pp. 43–44). Especially the impact of metacognition on the problem-solving process and the domain-specific acquisition of a geographical, systemic expertise (Brockmüller & Siegmund, 2020, pp. 56–59) becomes evident and affirmed through the study. Previous results, be it regarding the effect of metacognitive competences on knowledge acquisition and application in the problem-solving process (Greiff et al., 2015, p. 20), or on the comprehension of the problem situation and weighing up different possible solutions (Dostál, 2015, pp. 3–6), applying different solution heuristics (Köck, 2004) and a targeted evaluation of the solution result (Funke, 2012, pp. 682–685; Gick, 1986, pp. 110–116) can be backed by the findings of this study.

It was shown that the developed methods action plan, circular thinking, and reflection promote the creation of contentually correct (geographical) multicausal causal structures. A qualitative differentiation, which method affected the problem-related control and monitoring of students' individual cognitive activities, could yet not be made (Brown & DeLoache, 1978; Table 4, Figure 6). The method "action plan" (A) very successfully promotes metacognitive strategies leading to a self-activation of linguistic and contentual prior knowledge (metamemory), the comprehension of tasks and problems, as well as an improved self-organization (metastrategies) by students (Carlson & Bloom, 2005; Davidson et al., 1996; Nett & Götz, 2019). The method "circular thinking" (C) predominantly supports the analysis of system elements and their effect-relationships, and also their synthesis with relation to the problem (. At the same time, the conscious control of attention strengthens the use of strategies in the problem space [80]. The method "reflexion" (R) stimulates particularly the awareness of one's own metastrategies and the assessment of their appropriateness [73] (Brandstätter et al., 2018) (pp. 138–142). The findings of this study furthermore suggest that the development of new problem-solving heuristics for future problems is promoted [109] (Veenman et al., 2006).

Age and gender did, in the present study, not have a verifiable effect on the ability to create causal links, which, however, can presumably be explained by the (homogenous) developmental–psychological age structure of the sample (Piaget & Inhelder, 1971).

The implementation of a linguistic scaffold to eliminate the confounding variable "lack of linguistic means" facilitated students' linguistic representation of complex, multicausal effect relationships and thereby the development of multicausal links (Heuzeroth & Budke, 2020, 2021; Schwarze, 2019). What becomes evident at this point is that systemic thinking requires a specific linguistic knowledge. Linking technical knowledge and technical language skills is an important factor for complex thinking processes. The (cognitive) function of language ought to be more taken into account by the respective

implementation of linguistic scaffolds, thus supporting the findings of Heuzeroth and Budke (2020, pp. 27–30).

The very large effect of metacognitive multicausal links might, as a constriction, be traced back to the two measurement time points and the panel effect that are potentially connected hitherto (Stein, 2019, p. 145). In order to confirm the results of this survey, a long-term study is recommended, entailing several repeated measurements to minimize the temporal effect, on one side, and reveal the long-term effects of applying metacognitive strategies in the geography classroom, on the other side. The limitation of the sample size due to the panel mortality raises the susceptibility to bias effects and lowers the validity (Stein, 2019, p. 144). For reliable statements on the specific effectiveness of the interventions (inter-group-effects), according to G-Power, an increase of the sample size to $n = 280$ is required, under the assumption of small effect sizes and elimination of time effects (Döring & Bortz, 2016, p. 210). The interconnectedness of multi-layered aspects of metacognition obstructs the isolated comprehension of sub-processes and thus the isolated measurement and evaluation (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2009).

What aspect of “metacompetence” (Veenman et al., 2006, pp. 4–6) is precisely promoted by the applied methods, can therefore not be assessed, and demands further research. The effect also remains unclear of the interventions on the change of present (internal) causal models in the students’ mental lexicon for dealing with future problems (Waldmann et al., 2006; Waldmann, 2017), i.e., if thinking in causalities has generally changed. What is more, the aspect of an individual matching of the interventions according to personality, learner type, and working principles of students ought to be taken into account when further developing the interventions (Uhlenwinkel, 2008, pp. 4–9; Bahr, 2013, p. 341). Whether the theoretically deduced, open, explorative task type and its formal structure did have an effective influence on the development of complex geographical causal structures also ought to be empirically tested (Grassinger et al., 2019)

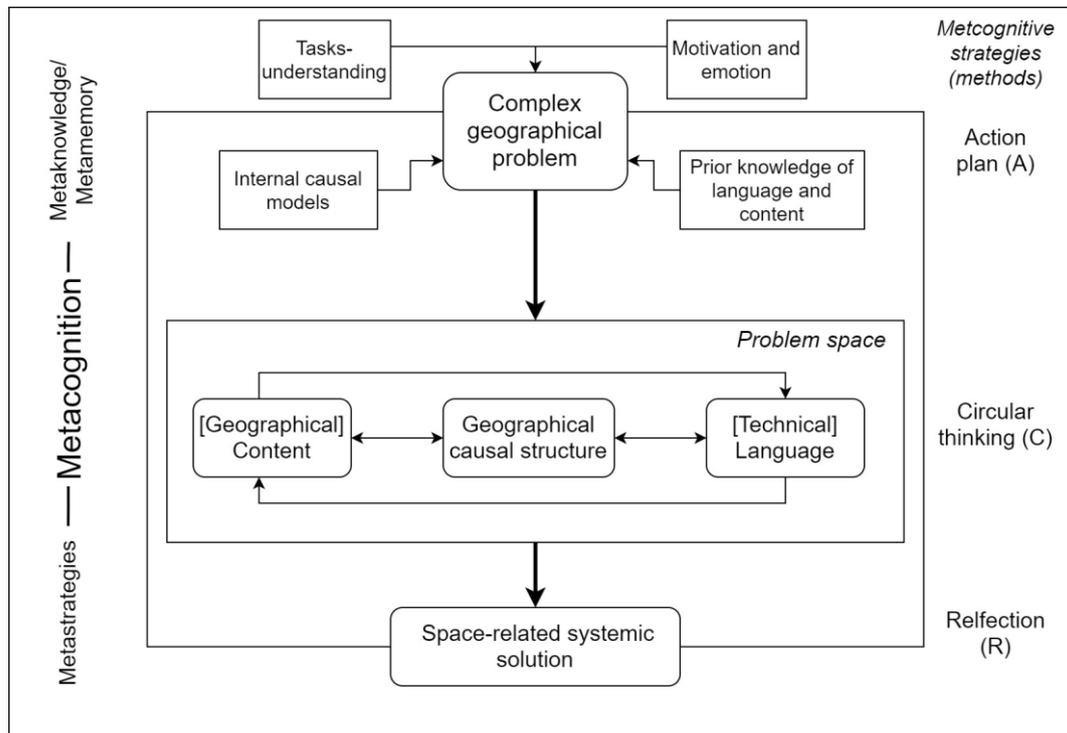
6.7 Conclusions

The present study underlines that the application of metacognitive strategies in the context of complex problem-solving processes may be of great additional value for overcoming linear, monocausal thinking and developing a “multiperspective, systemic, and problem–solution-oriented thinking” (DGfG, 2020, p. 6) in the geography classroom. For this purpose, it is vital to train students in dealing with complex problems and therefore to continuously apply metacognitive strategies (Figure 7). Metacognitive methods promote students’ metacognitive skills (metaknowledge and metastrategies). They therefore reduce the technical, linguistic, and strategic barriers occurring when developing geographical causal structures (Figure 7). At the same time, metacognitive methods augment the

understanding of system properties and system behavior and enable students to better detect space-related systemic solutions for complex problems within human–environment relations.

Abbildung 33 (Figure 7)

Content, linguistic and strategic impact of metacognition in geography classrooms (own illustration)



Teaching culture, however, can only change through alternative forms of measuring and assessing performance (Häcker, 2011, pp. 80–83). Yet another obstacle is posed by the task formats common with German school-leaving exams, which predominantly entail analytical problem (-solving) tasks. They demand, rather, schematic procedures (allocation of problems and problem categories) or routine actions scripts (pre-trained, material-based analysis and discussion; Buchwald, 2015, p. 15–16).

Open, complex problems (Dörner, 2002) within creative tasks that require systemic competences and metacognitive thinking are missing, though. Moreover, the modelling of internal causal models by students through analytically dealing with problems is hardly possible within lessons (Waldmann et al., 2006, p. 310). To alter mental models on causality, geographical causal structures need to be experienced in a slowed manner, in various shapes and graphical representations, interactively, reflexively, and playfully, the target being the augmented acquisition of systemic competences (Hmelo et al., 2017; Mehren et al., 2014, pp. 7–8).

A particular role in promoting systemic, multicausal thinking competences is given to the construction of learning tasks and the creation of instructional stages (Hmelo et al., 2000). This begins with task comprehension and concerns aspects such as task duration, informatory range, used operators, as well as understanding and knowing technical terms, and providing scaffolding offered, e.g., reformulation of the task or visualizations. The activation of contentual and linguistic prior knowledge also needs to be given extended consideration.

Apart from further empirical examination and conceptualization of the methods mentioned above, metacognitive support strategies for (de-) constructing complexity aiming at teaching multicausal, systemic thinking strategies, must be continued to, and as this study suggests, more often, be applied in the classroom and at the same time be scientifically elaborated.

6.8 References

- Arndt, H. (2017). Systemisches Denken im Fachunterricht. In H. Arndt (Hrsg.), *FAU Lehren und Lernen: Band 2. Systemisches Denken im Fachunterricht* (S. 9–25). FAU University Press.
- Asmuth, C. (2008). Kausalität. In P. Prechtel & F.-P. Burkard (Hrsg.), *Metzler Lexikon Philosophie* (3. Auflage, S. 290). J.B. Metzler.
- Azevedo, R. (2020). Reflections on the field of metacognition: issues, challenges, and opportunities. *Metacognition and Learning, 15*(2), 91–98. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09231-x>
- Bahr, M. (2013). Der Vielfalt mit Vielfalt begegnen – Binnendifferenzierung im Geographieunterricht. *Praxis Geographie*(6), 4–9.
- Batzri, O., Ben Zvi Assaraf, O., Cohen, C., & Orion, N. (2015). Understanding the Earth Systems: Expressions of Dynamic and Cyclic Thinking Among University Students. *Journal of Science Education and Technology, 24*(6), 761–775. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9562-8>
- Beller, S., Bender, A., & Waldmann, M. R [Michael R.] (Eds.). (2017). *Diversity and Universality in Causal Cognition*. Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/978-2-88945-361-0>
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2009). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(5), 540-563. <https://doi.org/10.1002/tea.20351>
- Betsch, T., Funke, J., & Plessner, H. (2011). *Denken-Urteilen, Entscheiden, Problemlösen: Allgemeine Psychologie für Bachelor*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12474-7>
- Bischof-Köhler, D. (2011). *Von Natur aus anders: Die Psychologie der Geschlechtsunterschiede* (4., überarb. und erw. Aufl.). Kohlhammer.
- Blasius, J., & Baur, N. (2019). Multivariate Datenstrukturen. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 997–1016). Springer Fachmedien Wiesbaden.

- Blühdorn, H. (2006). Kausale Satzverknüpfungen im Deutschen. *Pandaemonium Germanicum*(10), 253–282. <https://doi.org/10.11606/1982-8837.pg.2006.74487>
- Bollmann-Zuberbühler, B., Frischknecht-Tobler, U., Kunz, P., Nagel, U., & Wilhelm-Hamiti, S. (2010). *Systemdenken fördern: Systemtraining und Unterrichtsreihen zum vernetzten Denken: 1. - 9. Schuljahr (1. Aufl.). Impulse zur Unterrichtsentwicklung*. Schulverlag Plus.
- Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2018). *Motivation und Emotion*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56685-5>
- Brockmüller, S., & Siegmund, A. (2020). Erfassung und Entwicklung von Systemkompetenz – Empirische Befunde zu Kompetenzstruktur und Förderbarkeit durch den Einsatz analoger und digitaler Modelle. *Journal of Geography*, 48(1), 31–49. <https://doi.org/10.18452/21389>
- Brown, A. L., & DeLoache, J. S. (1978). Skills, plans and self-regulation. In R. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops* (pp. 3–35). Erlbaum.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology* (pp. 77–165). Erlbaum.
- Buchwald, F. (2015). *Analytisches Problemlösen: Labor- und feldexperimentelle Untersuchung von Aspekten der kognitiven Potenzialausschöpfungshypothese* [Dissertation, Universität Duisburg]. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:464-20150331-144728-9>.
- Budke, A. (2013). Einstiege. In Manfred Rolfes & Anke Uhlenwinkel (Hrsg.), *Potsdamer Geographische Praxis: Vol. 6. Essays zur Didaktik der Geographie (Potsdamer Geographische Praxis ; 06)* (S. 21–30). Universitätsverlag Potsdam.
- Callender, A. A., Franco-Watkins, A. M., & Roberts, A. S. (2016). Improving metacognition in the classroom through instruction, training, and feedback. *Metacognition and Learning*, 11(2), 215–235. <https://doi.org/10.1007/s11409-015-9142-6>
- Carlson, M. P., & Bloom, I. (2005). The Cyclic Nature of Problem Solving: An Emergent multidimensional Problem Solving Framework. *Educational Studies in Mathematics*, 58(1), 45–75. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-0808-x>
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_2
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd Edition). Lawrence Erlbaum Associates.
- Davidson, J. E., Deuser, R., & Sternberg, R. J. (1996). The Role of Metacognition in Problem Solving. In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (1st ed., pp. 207–226). MIT Press.

- Deutsche Gesellschaft für Geographie. (2020). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss: mit Aufgabenbeispielen* (10., aktualisierte und überarbeitete Auflage). Selbstverlag.
- Dieckmann, J. (2004). *Luhmann-Lehrbuch. UTB Soziologie: Vol. 2486*. Fink.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dörner, D. (2000). *Die Logik des Mißlingens.: Strategisches Denken in komplexen Situationen* (13. Auflage). Rowohlt.
- Dostál, J. (2015). Theory of Problem Solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.970>
- Dunlosky, J., Mueller, M. L., Morehead, K., Tauber, S. K., Thiede, K. W., & Metcalfe, J. (2021). Why does excellent monitoring accuracy not always produce gains in memory performance? *Zeitschrift Fur Psychologie*, 229(2), 104–119. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000441>
- Edelmann, W., & Wittmann, S. (2019). *Lernpsychologie* (8. Auflage). Beltz.
- Evans, V. (2012). Cognitive linguistics. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, 3(2), 129–141. <https://doi.org/10.1002/wcs.1163>
- Evans, V. (2015). *The crucible of language: How language and mind create meaning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316403631>
- Figal, G. (2007). Wahrheit und Methode als ontologischer Entwurf - Der universale Aspekt der Hermeneutik. In G. Figal (Hg.), *Klassiker Auslegen: Vol. 30. Hans Georg Gadamer -Wahrheit und Methode* (S.219-236). Akademie Verlag.
- Finley, F. N., Nam, Y., & Oughton, J. (2011). Earth systems science: An analytic framework. *Science Education*, 95(6), 1066–1085. <https://doi.org/10.1002/sce.20445>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition und Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive—Developmental Inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911.
- Flavell, J. H., Friedrichs, A. G., & Hoyt, J. D. (1970). Developmental changes in memorization processes. *Cognitive Psychology*, 1(4), 324–340. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(70\)90019-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(70)90019-8)
- Fögele, J., Mehren, R., & Rempfler, A. (2020). Tipping Points – Schlüssel zum tiefgründigen Verständnis komplexer dynamischer Systeme bei Lernenden? *Journal of Geography Education*, 48(3), 83–100. <https://doi.org/10.18452/22030>
- Funke, J. (2012). Complex Problem Solving. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 682–685). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_685

- Gadamer, H.-G. (1990). *Hermeneutik I Wahrheit und Methode: Grundzüge einer philosophischen Hermeneutik* (6. durchgesehene Auflage). Mohr Siebeck.
- Gick, M. L. (1986). Problem-Solving Strategies. *Educational Psychologist*, 21(1-2), 99–120.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1986.9653026>
- Grassinger, R., Dickhäuser, O., & Dresel, M. (2019). Motivation. In D. Urhahne, M. Dresel, & F. Fischer (Hrsg.), *Psychologie für den Lehrberuf* (S. 207–227). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55754-9>
- Greiff, S., Fischer, A., Stadler, M., & Wüstenberg, S. (2015). Assessing complex problem-solving skills with multiple complex systems. *Thinking & Reasoning*, 21(3), 356–382.
<https://doi.org/10.1080/13546783.2014.989263>
- Häcker, T. H. (2011). *Portfolio: ein Entwicklungsinstrument für selbstbestimmtes Lernen: Eine explorative Studie zur Arbeit mit Portfolios in der Sekundarstufe I* (3., unveränderte Auflage). *Schul- und Unterrichtsforschung: Vol. 3*. Schneider Verlag Hohengehren.
- Harms, U. (2007). Theoretische Ansätze zur Metakognition. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (pp. 129–140). Springer.
- Hasselhorn, M [Marcus]. (1992). Metakognition und Lernen. In G. Nold (Hg.), *Tübinger Beiträge zur Linguistik: Vol. 366. Lernbedingungen und Lernstrategien : welche Rolle spielen kognitive Verstehtensstrukturen?* (S. 35–61). Narr.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Heuzeroth, J., & Budke, A. (2020). The Effects of Multilinguality on the Development of Causal Speech Acts in the Geography Classroom. *Education Sciences*, 10(11), 1–24.
<https://doi.org/10.3390/educsci10110299>
- Heuzeroth, J., & Budke, A. (2021). Formulierung von fachlichen Beziehungen- Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Versprachlichung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht. *Journal of Geography Education*, 49(1), 14–31.
- Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to Learn About Complex Systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247–298.
https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0903_2
- Hmelo, C. E., Jordan, R., Eberbach, C., & Sinha, S. (2017). Systems learning with a conceptual representation: a quasi-experimental study. *Instructional Science*, 45(1), 53–72.
<https://doi.org/10.1007/s11251-016-9392-y>

- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hoberg, U., & Hoberg, R. (2016). *Duden, Deutsche Grammatik* (2., überarbeitete Auflage). *Duden pur: Vol. 4*. Dudenverlag.
- Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex Systems in Education: Scientific and Educational Importance and Implications for the Learning Sciences. *The Journal of Learning Science*, 15(1), 11–34.
- Johnson-Laird, P. N., & Khemlani, S. S. (2017). Mental Models and Causation. In M. R. Waldmann (Ed.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of causal reasoning* (pp. 1–37). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.4>
- Kahneman, D. (2003). A perspective on judgment and choice: Mapping bounded rationality. *The American Psychologist*, 58(9), 697–720. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.58.9.697>
- Kahneman, D. (2012). *Thinking, fast and slow*. Penguin Books.
- Kaminske, V. (2001). Strategien des Zugriffs auf vernetzte Raumsachverhalte. *Geographie Aktuell Und Schule* (132), 15–23.
- Klabunde, R. (2018). Semantik – die Bedeutung von Wörtern und Sätzen. In S. Dipper, R. Klabunde, & W. Mihatsch (Hrsg.), *Linguistik* (S. 105–126). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55589-75>
- Köck, H. (2001). Typen vernetzenden Denkens im Geographieunterricht. *Geographie Und Schule*, 23(132), 9–14.
- Köck, H. (2004). Zur räumlichen Dimension globalen Lernens. In E. Kroß (Hg.), *Globales Lernen im Geographieunterricht- Erziehung zu einer nachhaltigen Entwicklung. 15. Symposium des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik (HGD) vom 10.-12. Juni 2003 an der Ruhr-Universität Bochum* (S. 33–49). Selbstverl. des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik.
- Lavery, L. (2008). *Self-regulated learning for academic success: an evaluation of instructional techniques* [Dissertation, Universität Auckland]. <http://hdl.handle.net/2292/5914>
- Le Guen, O., Samland, J., Friedrich, T., Hanus, D., & Brown, P. (2015). Making sense of (exceptional) causal relations. A cross-cultural and cross-linguistic study. *Frontiers in Psychology*, 6, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01645>
- Lockl, K., & Schneider, W [Wolfgang] (2007). Knowledge about the mind: Links between theory of mind and later metamemory. *Child Development*, 78(1), 148–167. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00990.x>

- Luhmann, N. (2009). Zur Komplexität von Entscheidungssituationen. *Soziale Systeme*, 15(1), 3–35.
- Luhmann, N. (2018). *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie* (17. Auflage). Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft: Vol. 666. Suhrkamp.
- Mambrey, S., Timm, J., Landskron, J. J., & Schmiemann, P. (2020). The impact of system specifics on systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(10), 1632–1651.
<https://doi.org/10.1002/tea.21649>
- Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J., & Ulrich-Riedhammer, E. M [Eva M.] (2018). System competence modelling: Theoretical foundation and empirical validation of a model involving natural, social and human-environment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(5), 685–711. <https://doi.org/10.1002/tea.21436>
- Mehren, R., Rempfler, A., Ullrich-Riedhammer, E.-M., Buchholz, J., & Hartig, J. (2016). Systemkompetenz im Geographieunterricht. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 22(1), 147–163. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0047-y>
- Mehren, R., Rempfler, A., & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2014). Denken in komplexen Zusammenhängen: Systemkompetenz als Schlüssel zur Steigerung der Eigenkomplexität von Schülern. *Praxis Geographie* (4-8).
- Mehren, R., Rempfler, A., Ulrich-Riedhammer, E. M., Buchholz, J., & Hartig, J. (2015). Wie lässt sich Systemdenken messen? Darstellung eines empirisch validierten Kompetenzmodells zur Erfassung geographischer Systemkompetenz. *Geographie Aktuell Und Schule*, 37(215), 4–16.
- Metcalf, J [Janet], & Finn, B. (2008). Evidence that judgments of learning are causally related to study choice. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(1), 174–179.
<https://doi.org/10.3758/pbr.15.1.174>
- Michalak, M., & Müller, B. (2017). Durch Sprache zum systemischen Denken. In H. Arndt (Hg.), *FAU Lehren und Lernen: Band 2. Systemisches Denken im Fachunterricht* (S. 111–138). FAU University Press.
- Müller, B. (2016). *Komplexe Mensch-Umwelt-Systeme im Geographieunterricht mit Hilfe von Argumentationen erschließen: am Beispiel der Trinkwasserproblematik in Guadalajara (Mexiko)* [Dissertation, Universität Köln].
- Nassehi, A. (2020). Unser Umfeld beeinflusst, wie intelligent wir sind. In *Hörsaal*. Deutschlandfunk Nova. Aufgerufen am 18.08.2020 unter
<https://www.deutschlandfunknova.de/beitrag/soziologie-unser-umfeld-beeinflusst-wie-intelligent-wir-sind>

- Nett, U. E., & Götz, T. (2019). Selbstreguliertes Lernen. In D. Urhahne, M. Dresel, & F. Fischer (Hrsg.), *Psychologie für den Lehrberuf* (S. 68-84). Springer.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs.
- Novick, L. R., & Bassok, M. (2005). Problem Solving. In Keith J. Holyoak and Robert G. Morrison (Ed.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (pp. 321–350). Cambridge University Press.
- Perales, J. C., Catena, A., Cándido, A., & Maldonado, A. (2017). Rules of Causal Judgment: Mapping Statistical Information onto Causal Beliefs. In M. R. Waldmann (Ed.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of causal reasoning* (pp. 1–40). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.6>
- Pfister, H.-R., Jungermann, H., & Fischer, K. (2017). *Die Psychologie der Entscheidung: Eine Einführung* (4. Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53038-2>
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1971). *Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde*. Klett.
- Piaget, J [Jean]. (1950). *The Psychology of Intelligence*. Routledge.
- Pintrich, P. R. (2002). The Role of Metacognitive Knowledge in Learning, Teaching, and Assessing. *Theory into Practice*, 41(4), 219–225. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_3
- Rempfler, A., & Uphues, R. (2011). Systemkompetenz und Ihre Förderung im Geographieunterricht. *Geographie Aktuell Und Schule*, 33(189), 22–33.
- Rinschede, G., & Siegmund, A. (2019). *Geographiedidaktik* (4., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage). Ferdinand Schöningh.
- Rödel, M. (2016). Kausalsatz. In H. Glück & M. Rödel (Eds.), *Metzler Lexikon Sprache* (5. Auflage, S. 328). J.B. Metzler.
- Schlippe, A. von, & Schweitzer, J. (2016). *Lehrbuch der systemischen Therapie und Beratung I: Das Grundlagenwissen* (3., unveränderte Auflage). Vandenhoeck & Ruprecht. <https://doi.org/10.13109/9783666401855>
- Schlippe, A. von, & Schweitzer, J. (2003). *Lehrbuch der systemischen Therapie und Beratung* (9. Auflage). Vandenhoeck & Ruprecht.
- Schmid, U., & Funke, J. (2013). Kreativität und Problemlösen. In A. Stephan & S. Walter (Hrsg.), *Handbuch Kognitionswissenschaft* (S. 335–343). J.B. Metzler.
- Schneider, W., & Bjorklund, D. (2003). Memory and Knowledge Development. In J. Valsiner & K. Connolly (Eds.), *Handbook of developmental psychology* (pp. 370–403). SAGE Publications Inc.

- Schneider, W., & Hasselhorn, M. (1988). Metakognitionen bei der Lösung mathematischer Probleme: Gestaltungsperspektiven für den Mathematikunterricht. *Heilpädagogische Forschung*, 9(2), 113–118.
- Schneider, W [Wolfgang], Körkel, J., & Weinert, F. E. (1989). Domain-specific knowledge and memory performance: A comparison of high- and low-aptitude children. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 306–312. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.3.306>
- Schneider, W [Wolfgang], Schlagmüller, M., & Visé, M. (1998). The impact of metamemory and domain-specific knowledge on memory performance. *European Journal of Psychology of Education*, 13(1), 91–103. <https://doi.org/10.1007/BF03172815>
- Schwartz, B. L. (2014). *Metamemory*. McGraw-Hill Education.
- Schwartz, B. L., & Metcalfe, J. (2017). Metamemory: An Update of Critical Findings. *Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, 423–432. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.21056-0>
- Schwarze, S. (2019). Sprachsensibler Geographieunterricht. In Y. Danilovich & G. Putjata (Hrsg.), *Edition Fachdidaktiken. Sprachliche Vielfalt im Unterricht: Fachdidaktische Perspektiven auf Lehre und Forschung im DaZ-Modul* (S. 107–122). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, Donald, T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin.
- Shaughnessy, M. F., Veenman, M. V. J., & Kleyen-Kennedy (Eds.). (2008). *Meta-Cognition: A Recent Review of Research, Theorie and Perspectives*. Nova Science Publishers, Inc.
- Short, E. J., & Weissberg-Benchell, J. A. (2012). The Triple Alliance for Learning: Cognition, Metacognition, and Motivation. In M. Marr (Ed.), *Cognitive strategy research: From basic research to educational* (pp. 33–63). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8838-8_2
- Stein, P. (2019). Forschungsdesigns für die quantitative Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 135–152). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Tripto, J., Ben-Zvi Assaraf, O., Snapir, Z., & Amit, M. (2016). The ‘What is a system’ reflection interview as a knowledge integration activity for high school students’ understanding of complex systems in human biology. *International Journal of Science Education*, 38(4), 564–595. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1150620>

- Uhlenwinkel, A. (2008). Binnendifferenzierung im Geographieunterricht. *Praxis Geographie*, 38(3), 4–8.
- Veenman, M. V. J. (2008). Giftedness: Predicting the Speed of Expertise Acquisition by Intellectual Ability and Metacognitive Skillfulness of Novices. In M. F. Shaughnessy, M. V. J. Veenman, & Kleyn-Kennedy (Eds.), *Meta-Cognition: A Recent Review of Research, Theorie and Perspectives* (pp. 207–220). Nova Science Publishers, Inc.
- Veenman, M. V. J., van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1(1), 3–14. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>
- Vuorre, M., & Metcalfe, J [Janet] (2021). Measures of relative metacognitive accuracy are confounded with task performance in tasks that permit guessing. *Metacognition and Learning*, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09257-1>
- Waldmann, M. R [M. R.], Hagmayer, Y., & Blaisdell, A. P. (2006). Beyond the Information Given: Causal Models in Learning and Reasoning. *Current Directions in Psychological Science*, 15(6), 307–311.
- Waldmann, M. R. (2017). Causal Reasoning: An Introduction. In M. R. Waldmann (Ed.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of causal reasoning* (pp. 1–17). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.1>
- Whorf, B. L. (1979). *Sprache-Denken-Wirklichkeit: Beiträge zur Metalinguistik und Sprachphilosophie*. Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Yuua, Y., Hmelo-Silvera, C. E., C. Jordan, R., Eberbach, C., & Sinhab, S. (2016). Promoting Transfer of Ecosystems Concepts. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(18), 11127–11148.

7 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der Teilstudien zu den einzelnen Forschungsfragen

7.1 Überblick über die Ergebnisse des Forschungsprojektes

Im Zuge der Dissertation wurden drei empirische Studien gemäß ihren Forschungszielen designt und durchgeführt (Abbildung 34). Die Vorgehensweise erfolgte kumulativ und aufeinander aufbauend. Alle drei Teilstudien stehen aufgrund der Analyse der inhaltlichen und sprachlichen Konstruktion geographischer Kausalstrukturen in Beziehung zueinander. Jede Teilstudie liefert einen Beitrag zur Bearbeitung und für die Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage:

Inwiefern hat Sprache im Allgemeinen und Scaffolding, Mehrsprachigkeit und metakognitive Methodik im Besonderen Einfluss auf das Verständnis, die Entwicklung und die Versprachlichung von komplexen, multikausalen geographischen Kausalstrukturen im Rahmen des Denkens in systemischen Mensch-Umwelt-Beziehungen im Geographieunterricht?

Abbildung 34

Überblick über die Forschungsfragen und Forschungsergebnisse der einzelnen Teilstudien



Im Folgenden sollen ausgehend von der jeweiligen Forschungsfrage die zentralen Ergebnisse sowie ihr Mehrwert bzw. ihre Bedeutung für die geographiedidaktische Forschung im Rahmen der Vermittlung von Mensch-Umwelt-Systemen im Geographieunterricht herausgearbeitet werden. Eine ausführliche, kritische Diskussion erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln (siehe Kapitel 7.2.-7.4.).

7.2 Zusammenfassende Ergebnisse der Teilstudie 1 - Wirkungen sprachlicher Scaffolds auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

In der ersten Studie wurden zunächst auf Grundlage einer literaturbasierten Analyse inhaltliche Merkmale einer „Vernetzung“ (Köck, 2001, 11-12; Uhlenkinkel, 2013, 6) oder eines in „Beziehung setzen[s]“ (Kaminske, 2001, 21) extrahiert. Den theoretischen Rahmen zur Klärung der geographischen Merkmale von geographischer Kausalität bzw. fachlichen Relationen stellte das Hauptbaskonzept des „Denkens in Systemen“ (DGfG, 2020, 11-12). Hierbei wurde deutlich, dass es in der geographiedidaktischen Forschungsliteratur bisher keine einheitliche konzeptionelle, inhaltliche Erfassung von systembezogenen, fachlichen Relationen gab. Daher wurde im Rahmen der theoretischen Fundierung des Forschungsprojektes der Begriff der „geographischen Kausalstruktur“ in Kapitel 2.5 eingeführt. Zwar gibt es vielfältige methodische Prinzipien zur Unterstützung und Strukturierung systemischen Denkens (z.B. Schuler et al., 2017), diese sind jedoch häufig nur wenig empirisch geprüft. Darüber hinaus haben nur wenige Arbeiten (Michalak & Müller, 2017; Schwarze, 2019) die Wirkung von Sprache auf das systemische Denken genauer betrachtet, obwohl dem Einfluss von Sprache bzw. der Wirkung sprachlicher Fördermaßnahmen im Geographieunterricht in den letzten Jahren deutlich mehr Beachtung geschenkt wurde. Schließlich fanden auch sprachliche Scaffolds im Rahmen des Denkens in Mensch- Umwelt- Beziehungen verstärkt Beachtung (Heuzeroth, 2018; Raschke, 2018). Allerdings wurde Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Anzahl, die inhaltliche und sprachliche Richtigkeit sowie die Komplexität von fachlichen Relationen im Geographieunterricht bisher nicht empirisch untersucht.

F 1 Welche sprachlichen Merkmale haben geographische Kausalstrukturen?

Die inhaltlichen und sprachlichen Merkmale von geographischen Kausalstrukturen sind gekennzeichnet durch inhaltsbezogene geographische Fachwörter (z.B. Ressourcen) oder Phrasen, die aus Substantiven und Adjektiven bestehen (siehe auch Kapitel 2.5). Diese bezeichnen die Systemelemente und deren räumliche Verortungen. Verbkonstruktionen (z.B. "vermindern", "bedingen") oder Adverbialphrasen (z.B. "aufgrund des hohen Verbrauches...") drücken Zeit, Richtung und Stärke des kausalen Wirkungszusammenhangs aus. Verbkonstruktionen charakterisieren somit

die fachliche Relation zwischen den geographischen Elementen (Blühdorn, 2006, 256-259; Klabunde, 2018b, 108). Vor allem die Codierung einer räumlichen und zeitlichen Kohärenz durch grammatikalische Sprachmittel (TMA-Mittel: Tempus, Modus, Aspekt) mit Hilfe des (raumzeitlichen) Verbes stellt dabei eine entscheidende Herausforderung und Fehlerursache auf der Wortebene dar (Blühdorn, 2006, 257). Die Verwendung von Adverbialsätzen durch eine Haupt-Nebensatz-Konstruktion ermöglicht die Kennzeichnung von Ursache und Wirkung auf Satzebene. Multikausale Kausalstrukturen können eine (mögliche) Verbindung von mehreren Sätzen zum Ausdruck eines komplexen Wirkungszusammenhangs darstellen. Dabei gibt es unterschiedliche Satztypen mit spezifischen (kausalen) Merkmalen (Rödel, 2016, 328). Eine gelungene (multi-) kausale Relation im geographischen Sinne ist inhaltlich und sprachlich kohärent. Sprachliche Kohärenz liegt vor, wenn eine räumliche, zeitliche und kausale Kodierung eine sprachliche Zuordnung von Ursache und Wirkung ermöglicht (Blühdorn, 2006, 258-262). Inhaltliche Kohärenz bedeutet, dass diese sprachliche Zuordnung einer Ursache zu einer Wirkung den aktuellen geographischen oder fachwissenschaftlichen Erkenntnissen entspricht (Teilstudie 1, Heuzeroth & Budke, 2021a, 22-23).

*F 2 Wie wirken Scaffolds auf die durch Schüler*innen entwickelte Anzahl und die inhaltliche bzw. sprachliche Richtigkeit geographischer Kausalstrukturen?*

Das sprachliche Scaffold in der 1. Teilstudie hatte starken Einfluss auf den richtigen Gebrauch von raumzeitlichen Verben und Hauptsatz-Nebensatz-Strukturen durch Schüler*innen. Inhalt und Sprache korrespondieren dergestalt miteinander, dass die sprachliche Richtigkeit der Aussagen wiederum die inhaltliche Richtigkeit signifikant erhöht. Es zeigte sich, dass bei höherer Fähigkeit zu sprachlicher Komplexität seitens der Schüler*innen, auch die Wahrscheinlichkeit der inhaltlichen Richtigkeit geographischer Kausalstrukturen zunimmt.

Vermutlich hilft das Angebot von raumzeitlichen Verben den Schüler*innen dabei, Gedanken und Denkprozesse zu ordnen und Ursache-Wirkungs-Zuschreibungen (Richtung, Stärke, Abhängigkeit) bezüglich der einzelnen (erkannten) Systemelemente (eher) vorzunehmen. Einen nur sehr geringen Einfluss auf das Erkennen der inhaltlichen Bedeutung der Fachwörter und das Arbeiten mit diesen als Systemelementen hatten Scaffolds. Weder bei der Extraktion noch beim Verständnis des Systemelements, welches durch ein Fachwort repräsentiert wird, stieg die Richtigkeit durch den Einsatz eines sprachlichen Scaffolds signifikant. Begründet werden könnte dies mit unzureichendem inhaltlichem Wissen und dem hohen Abstraktionsgrad (mentale Konzeptionalisierung) von Fachwörtern. Die Schüler*innen hatten große Schwierigkeiten, die inhaltlichen und mentalen Konzepte, die hinter den Elementen eines Systems stehen, zu begreifen und in ein vielfältiges Geflecht

von fachlichen Relationen einzubetten. Hier leisten sprachliche Scaffolds nur einen eingeschränkten Beitrag zur Formulierung geographischer Kausalstrukturen. Das eingesetzte sprachliche Scaffold hatte ebenfalls keine signifikante Wirkung auf die quantitative Steigerung von komplexen, multikausalen Kausalstrukturen (z.B. zwei Ursachen, eine Wirkung). Es dominierten vorwiegend monokausale Verbindungen, was die Annahme einer „Reduktionsstrategie“ von Kaminske (2001, 17) bestätigt. Interessant bei der Auswertung der Ergebnisse war, dass Schüler*innen trotz der Verfügbarkeit des Scaffolds bei ihrer Strategie des problemlösenden Denkens verharren, d.h. kaum eine Veränderung in den kausalen Verknüpfungsformen (vorwiegend monokausale Relationen) zu beobachten war. Das sprachliche Scaffold hatte demzufolge nur eine geringe Wirkung auf eine Verbesserung der Entwicklung komplexer kausaler Kausalstrukturen im Rahmen des problemlösenden Denkens.

*F 3 Welche typischen Fehlermuster machen Schüler*innen beim Versprachlichen geographischer Kausalstrukturen?*

Anhand der vorhandenen Daten und der zu geringen Stichprobe für eine statistische Prüfung von 32 möglichen Fehlertypen konnten nur Aussagen mit eingeschränkter Repräsentativität getroffen werden (Bortz, 1999; Bortz & Schuster, 2010). Gerade die Verwendung raumzeitlicher Verben (z.B. führt zu, vermindert) sowie die Entwicklung einer kausalen Satzstruktur (z.B. Wenn-dann-Satz) bereitete den Schüler*innen große Probleme, was die theoretischen Annahmen von Blühdorn (2006, 234-238) bestätigt. Auf Grundlage der vorhandenen Daten kann jedoch geschlossen werden, dass sprachliche Fördermaßnahmen Hindernisse beim Erkennen der räumlichen und zeitlichen Wirkungsrichtung und Wirkungsstärke vermindern. Verben als kausale Marker sowie deren Bedeutung sollten daher in Zukunft stärker im Fokus des fachsprachlichen Lernens stehen. Gleichwohl gilt es die grammatikalischen Fähigkeiten der Schüler*innen auf Satzebene zu erweitern, um durch den korrekten Gebrauch von Konjunktionen und Adverbien eine inhaltlich-sprachlich kohärente Zuordnung von Ursache und Wirkung realisieren zu können.

Das große Potenzial der Studie liegt im Versuch einer fachsprachlichen Definition von Kausalstrukturen und deren linguistischen Merkmale. Zudem wurde ein Analysewerkzeug zur qualitativen Prüfung schriftlicher und mündlicher geographischer Kausalstrukturen entwickelt. Die empirische Prüfung der Wirksamkeit sprachlicher Scaffolds im Geographieunterricht und die erkannten (vorläufigen) Fehlermuster sind ein weiteres zentrales Ergebnis der Studie. Auch wurden diverse anschlussfähige Fördermaßnahmen auf Wort-, Satz- und Textebene für den Geographieunterricht entwickelt und überblicksartig dargestellt, die eine Weiterentwicklung sprachlicher Scaffolds ermöglichen.

7.3 Zusammenfassende Ergebnisse der Teilstudie 2 - Ressourcen der Mehrsprachigkeit und ihr Einfluss auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Der Ansatz der zweiten Studie fußte auf der Idee, Mehrsprachigkeit durch freie Sprachwahl der Schüler*innen im Geographieunterricht zuzulassen. Ziel war es herauszufinden, wie Mehrsprachigkeit auf die Qualität der durch die Schüler*innen entwickelten geographischen Kausalstrukturen wirkt. Bisher haben wenige Studien (Budke & Maier, 2019; Repplinger & Budke, 2018; Weissenburg, 2013, 2018) in der Geographiedidaktik die Frage untersucht, inwieweit mehrsprachige Unterrichtsssettings zu einer funktionalen Aktivierung der Ressourcen und Strategien mehrsprachiger Schüler*innen führen können. Auch ist bisher unklar, ob diese Ressourcen und Strategien eine komplexere inhaltliche Erschließung eines geographischen Themas ermöglichen und ob dies zu einer höheren inhaltlichen und sprachlichen Kohärenz geographischer Kausalstrukturen führt. Zudem wurde bisher für das Fach Geographie nicht erforscht, ob mehrsprachige Unterrichtsssettings eine Erhöhung von Motivation, Interaktion, lernbezogener kognitiver Aktivierung sowie kommunikativer Handlungen bei den Schüler*innen bewirken. In Bezug auf die Forschungsfragen ergab die Studie folgende Antworten:

*F 1 Inwieweit haben Strategien und Ressourcen von mehrsprachigen Schüler*innen Einfluss auf die Erschließung der inhaltlichen Merkmale geographischer Kausalstrukturen?*

Die Schüler*innen reagierten in dieser Studie sehr positiv auf das Angebot, ihre mehrsprachigen Ressourcen anwenden und für das Lösen der Aufgaben nutzen zu dürfen. Eine hohe Motivation und Arbeitsbereitschaft war die Folge und bestätigt die Feststellungen von Repplinger & Budke (2018). Dies offenbarte sich in einer höheren Interaktion und Kommunikation der mehrsprachigen Untersuchungsgruppen im Vergleich zur einsprachigen Kontrollgruppe. In der mündlichen kooperativen Arbeitsphase produzierte die mehrsprachige Gruppe im Vergleich zur einsprachigen Kontrollgruppe mehr Sprachhandlungen mit einem höheren Wortumfang. Dies ist ein erster Hinweis darauf, dass mehrsprachige Lernsettings in Bezug auf Interaktion und Kommunikation ergiebiger als einsprachige sind. Die mehrsprachige Gruppe nutzte während der kooperativen Lernform vorwiegend ihre Muttersprache Kirgisisch (L1) als sprachliches Referenzsystem, dann Deutsch (L 3), die Zielsprache des sprachlichen Handlungsproduktes. Dementsprechend fand der dominierende Sprachwechsel innerhalb einer kommunikativen Handlung zwischen Kirgisisch (L1) und Deutsch (L3) statt.

Bei der inhaltlichen Erschließung des Themas sticht hervor, dass die mehrsprachigen Gruppen eine höhere Anzahl inhaltlicher Aspekte, fachlicher Relationen und einen höheren Wortumfang bei der Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen aufweisen konnten. Offenbar hatte die

multilinguale Arbeitsweise einen positiven Effekt auf die Entwicklung und Formulierung geographischer Kausalstrukturen. Die einsprachige Gruppe produzierte hingegen diverse Wiederholungen mit gleichen inhaltlichen Aspekten, ohne neue inhaltliche Aspekte bei der Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen zu berücksichtigen.

Die beobachteten und analysierten Sprachwechsel (Code-Switching) und Sprachmischungen (Code-Mixing) verdeutlichen den Zusammenhang Aufgabe, Material und Sprachwahlmöglichkeiten. Das in der 2. Teilstudie bereitgestellte (monolinguale) Material sowie die Aufgabenstellung, die ein Handlungsprodukt in der Zielsprache Deutsch (L 3) verlangte, führte einer zielgerichteten und bewussten Nutzung von Kirgisisch (L1; sprachliches Referenzsystem) und Deutsch (L 3; Zielsprache). Dies verdeutlicht und unterstreicht die kontextbezogene, sprich funktionale, Nutzung vorhandener Sprachsysteme und Ressourcen durch mehrsprachige Schüler*innen.

F 2 Welche Auswirkungen haben multilinguale Strategien in kooperativen Lernformen auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen?

Die mehrsprachigen Gruppen konnten im Vergleich zur einsprachigen Gruppe durch den freien Einsatz verschiedener Sprachen (Code-Switching) und der zugelassenen Mischung sprachlicher Formen (Code-Mixing) sowie die damit verbundene Aktivierung ihres erweiterten mentales Lexikons sprachliche Komplexität beim Problemlösungsprozess zielgerichteter reduzieren und inhaltliche Aspekte sowie deren Bedeutung besser konstruieren.

Der Mehrwert der Teilstudie besteht in einer Konkretisierung und qualitativen Prüfung der Bedeutung der durch Mehrsprachigkeit genutzten sprachlichen Register der Schüler*innen für das fachsprachliche und fachliche Lernen im Geographieunterricht. Zudem wurden im Rahmen der Studie literaturbasiert kognitive, linguistische, interkulturelle und kommunikative Dimensionen der Ressourcen von Mehrsprachigkeit für den Geographieunterricht identifiziert, beschrieben und anhand der Erhebung validiert. Die positive Wirksamkeit von Mehrsprachigkeit auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen bei kommunikativen Handlungen im Geographieunterricht konnte belegt werden. Zudem wurde ein Konzept für den Einsatz von Mehrsprachigkeit in mündlichen und schriftlichen Unterrichtssequenzen im Geographieunterricht entwickelt.

7.4 Zusammenfassende Ergebnisse der Teilstudie 3 - Wirkung von Metakognition auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Der Ansatz der dritten Studie fußte auf der Idee, Schüler*innen neben einer inhaltlich-sprachlichen auch eine strategische Unterstützung bei der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen anzubieten. Es wurden Unterrichtsmethoden entwickelt, um die Metastrategien beim komplexen

Problemlösen und bei der Formulierung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht gezielt an die Schüler*innen zu vermitteln. Ziel war es, die Wirkung von inhaltlichen, sprachlichen und strategischen Metastrategien auf die Konstruktion und Versprachlichung komplexer (multikausaler) Kausalstrukturen zu überprüfen. Den Schüler*innen wurden drei unterschiedliche metakognitive Methoden zur Verfügung gestellt, sowohl vor- als auch während des Problemlösungsprozesses. Die Resultate zu den einzelnen Forschungsfragen lauteten wie folgt:

*F1 Welche Auswirkungen hat der Einsatz metakognitiver Strategien auf die Konstruktion von inhaltlich richtigen geographischen multikausalen Verknüpfungen durch Schüler*innen?*

Die dritte Teilstudie belegt, dass der Einsatz metakognitiver Strategien und Methoden einen hohen Effekt auf die Konstruktion von inhaltlich richtigen geographischen Kausalstrukturen durch Schüler*innen hat. Weiterhin erhöht der Einsatz metakognitiver Strategien die Anzahl der von Schüler*innen entwickelten multikausalen (komplexen) geographischen Kausalstrukturen. Neben einer im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöhten Anzahl geographischer Kausalstrukturen führt die Anwendung metakognitiver Methoden bei der Lösung komplexer Systeme zu einer ebenfalls erhöhten sprachlichen und inhaltlichen Kohärenz dieser Strukturen. Zudem wurde deutlich, wie wichtig die Förderung metakognitiver Denk- und Handlungsstrategien für einen lernwirksamen Geographieunterricht, insbesondere in Bezug auf die Förderung und den Aufbau systemischer Denkkompetenzen, sein kann.

*F2 Welche der Methoden Handlungsplan, zirkuläres Denken und Reflexion fördern eine Konstruktion von inhaltlich richtigen geographischen multikausalen Verknüpfungen durch Schüler*innen in besonderer Weise?*

Anhand der dritten Teilstudie konnte belegt werden, dass alle getesteten Methoden (Handlungsplan, zirkuläres Denken und metakognitive Reflexion) die Entwicklung inhaltlich richtiger (geographischer) multikausaler Kausalstrukturen durch die Schüler*innen fördern. Jedoch konnte keine qualitative Differenzierung der Methoden hinsichtlich einer besonderen Effektivität auf die problembezogene Steuerung und Kontrolle kognitiver Eigenaktivitäten der Schüler*innen vorgenommen werden. Alle eingesetzten Methoden waren demnach gleich wirksam. Mittels der Studie konnte die zentrale Bedeutung der strategischen Dimension beim inhaltlichen und sprachlichen Problemlösen im Rahmen des Denkens in Mensch-Umwelt-Beziehungen empirisch belegt werden. Die entwickelten metakognitiven Methoden stellen somit nützliche und wirksame Werkzeuge für den

Einsatz im Geographieunterricht dar, um die Schüler*innen dabei zu unterstützen, geographische Kausalstrukturen inhaltlich passend und aufgaben- bzw. problembezogen zu entwickeln.

7.5 Integration der Ergebnisse der Studien in einen übergeordneten geographiedidaktischen Zusammenhang

7.5.1 Der Einfluss von Sprache auf die Entwicklung fachlicher Relationen in Form von geographischen Kausalstrukturen

Die Ergebnisse von Teilstudie 1 zeigen, dass die fehlerhafte sprachliche Konstruktion von Konditional- und Kausalsätzen sowie die fehlerhafte Auswahl und Nutzung von Verben, die für die raum-zeitliche kausale Markierung verantwortlich sind, eine inhaltlich-sprachliche Konstruktion von geographischen Kausalstrukturen verhindert. Hierbei wird deutlich, dass eine mangelnde inhaltliche Erschließung (z.B. Warum geschieht etwas?) auch durch eine fehlende Zuordnung passender sprachlicher Mittel bedingt sein kann. Dies verdeutlicht die Wechselwirkung zwischen geographischen Inhalten und Fachsprache. Geographische Kausalstrukturen werden, ausgehend von einem inhaltlichen Verständnis, sprachlich kodiert. Für die Kodierung wird domänenspezifisches Wissen und ein entsprechendes fachsprachliches Register benötigt. Wissen und Sprache stehen dabei in wechselseitiger Bedingtheit für eine inhaltlich-sprachliche Kodierung von Ursache-Wirkungszusammenhängen. Sprache im Geographieunterricht ist folglich ein zentrales Medium für die Rezeption und Produktion geographischer Kausalstrukturen. Damit ist Sprache zugleich Vehikel für mentale Konzepte von Kausalität und für geographische und systemische Inhalte, die versprachlicht werden sollen.

Aus sprachwissenschaftlicher Sicht wohnen geographischen Kausalstrukturen dabei drei zentrale Aspekte inne, durch deren Zusammenspiel Kausalität erst verstehbar wird und inhaltlich richtig kodiert werden kann, nämlich räumliche, zeitliche und kausale Kohärenz (Blühdorn, 2006, 255). Im Rahmen eines Wirkungszusammenhanges sind es die Verben, die Ursache, Wirkung, Richtung, Stärke und Abhängigkeit der Elemente eines Systems kennzeichnen und den Zusammenhang sprachlich realisieren („propositionaler Akt“, Klabunde, 2018a, 140). Die raumzeitlichen Verben haben zudem eine zentrale syntaktische und semantische Funktion bei der Operationalisierung vernetzender / relationaler Denk- und Sprachoperationen. Die zu verwendenden Verbkonstruktionen stehen dabei meist für sehr abstrakte Relationen, wie beispielsweise zeitliche Abhängigkeiten zwischen Systemelementen (Blühdorn, 2006, 256-259). Dies führt zu einer situativen Unklarheit über die zu gebrauchenden sprachlichen Mittel und verhindert, dass Schüler*innen die passenden Verben oder Adverbien auswählen, um die Bedeutung der kausalen Relation kohärent zu konstruieren. Verstärkt wird die Unklarheit des Ausdrucks durch zumeist unzureichende Kenntnisse und Anwendungsfähigkeiten von grammatikalischen komplexen Strukturen, wie z.B. der passenden Wahl

von Zeitform, Modus oder Aspekt des Verbes (oben genannte TMA- Mittel; Fischer, 2018, 94). Dies führt dazu, dass inhaltsbezogene Bedeutungen einer kausalen Verknüpfung nicht durch syntaktische Mittel konstruiert werden können. Erschwerend kommt hinzu, dass indikative Wörter oftmals semantisch intransparent sind. Das heißt, ihre Bedeutung lässt sich nur schwer aus ihnen selbst heraus ableiten, sodass bei mangelnder Kenntnis der korrekten Bedeutungsebene ein fehlerhafter Einsatz wahrscheinlich ist.

Weiterhin sind die Fehlerursachen in nicht vorhandenen mentalen Konzepten zu suchen, d.h. es fehlen gelernte oder „auf Erfahrungen beruhende Wissenseinheiten“ (Klabunde, 2018b, 108) in Bezug auf die notwendigen sprachlichen Mittel. Bedeutungen bzw. Bedeutungszuweisungen beruhen in Satzkonstruktionen auf eben jenen Konzepten, die gelernt oder situativ konstruiert werden. Sie sind Ausdruck eines semiotischen Dreiecks aus Symbol / Zeichen, Gedanke / Bezug und einem Referenten (Odgen & Richards, 1923, 10-13). Am Beispiel eines Hauses kann man sagen, dass das Wort Haus in seiner graphischen oder lautlichen Realisierung die symbolische Ebene darstellt, die konzeptionelle Vorstellung eines typischen Hauses in Deutschland auf der gedanklichen Ebene anzusiedeln ist und das konkrete Haus, das sinnlich erfahrbar vor einer Person steht, als Referent fungiert. Obwohl sich der Ansatz von Odgen & Richards (1923) hauptsächlich auf konkrete Objekte und deren Benennung bezieht und nicht auf Abstrakta oder gar ganze sprachliche Strukturen, so macht dieser zumindest deutlich, dass bei der Konstruktion sprachlicher Scaffolds für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen, zunächst raum-zeitliche Verben und deren geographische Bedeutung geklärt werden müssen. Dies ist nur durch eine Verringerung des Abstraktionsgrades systemischer Relationen, eine erhöhte Anschaulichkeit, z.B. durch körperliche Erfahrungen, Simulationsspiele, Vergegenständlichung und eine sprachbewusste Einbettung möglich. Gerade die hohe Wirksamkeit des sprachlichen Scaffolds (Intervention/ Teilstudie 1) in dieser Fehlerkategorie (raum-zeitliche Verben) erlaubt die Vermutung, dass Schüler*innen bei der Bedeutungszuschreibung durch das Bereitstellen entsprechender Verweisstrukturen zwischen einem Wort und dessen Bedeutung, z.B. visueller Hilfskarten oder sprachlicher Vereinfachungen, effektiv unterstützt werden können. Dies müsste jedoch in einem weiteren Forschungsvorhaben und anhand einer größeren Stichprobe untersucht und geprüft werden. Gerade im Bereich der fehlerhaften Satzkonstruktionen ist wahrscheinlich die Bedeutungsvielfalt der einzelnen Adverbialphrasen eine zentrale Ursache für Fehler (Blühdorn, 2006, 258-260). Die Zuordnung einer inhaltlichen Relation zur richtigen Repräsentation von Bedingung, Folge, Grund und Zweck, z.B. durch einen Bedingungssatz, überfordert die Schüler*innen erkennbar. Hier gilt es, Interpretations- und Deutungshilfen anzubieten (Hoberg & Hoberg, 2016, 378).

Kausale Kohärenz wird im Deutschen vorwiegend durch entsprechende lexikalische Mittel angezeigt, die Ursachen, Akteure und Motive ausdrücken. Lexikalische Mittel sind dabei Wortverbindungen die auch als kausale Marker von Systemelementen einer fachlichen Relation dienen. Dabei treten in diesem Bereich oftmals Fehler im Konzept „der Verursachung“ (Bunge, 2009, 3) auf, sodass eine fehlerhafte Zuschreibung der verursachenden Attribute an ein Agens (Systemelemente) vorgenommen wird. Nimmt man zum Beispiel den Begriff „Einwegverpackungen“ als Agens bzw. verursachendes Systemelement für die Auswirkung „Müll“. So kann es sein, dass Schüler*innen die Bedeutung und das sprachliche Konzept von „Einweg“ und eben von „Verpackung“ nicht in ihrem Wortschatz bzw. mentalen Lexikon haben, was schließlich zu einer fehlerhaften Zuschreibung von Wesensmerkmalen (Attributen) und damit zu einer falschen Zuordnung von Ursache (Einwegverpackungen) und Wirkung (Müll) sowie einem fehlerhaften Versprachlichungsprozess (nicht korrekte inhaltlich-sprachliche Kodierung) führen kann. Für die Kennzeichnung von Kausalstrukturen auf Satzebene sind entsprechende Präpositionen, Adverbien und Konjunktionen von entscheidender Bedeutung; diese sind darüber hinaus auch die Grundlage für eine sprachlich-kausale Kohärenz (Blühdorn, 2006, 258-262).

Der Bereich der Sprachrezeption bleibt in der vorliegenden Arbeit zwar unberücksichtigt, ist aber ebenso von hoher Relevanz bei der fachdidaktischen Arbeit mit geographischen Kausalstrukturen. Kausale Relationen in Texten sind in der Regel wenig explizit und ein Erkennen kausaler Marker bei der Auswertung geographischer Fachtexte ist dadurch maßgeblich erschwert. Dies betrifft sowohl das Lesen kontinuierlicher, wie diskontinuierlicher Texte. Zentral für ein Textverstehen ist dabei das Erkennen der räumlichen und zeitlichen Kohärenz, d.h. (1) der räumlichen und zeitlichen Referenten, also jener Systemelemente, die Akteure, Gegenstände oder geographische Sachverhalte subsumieren, (2) die Encodierung entsprechender Konjunktionen und Subjunktionen sowie (3) das semantische und grammatikalische Verständnis der Verbkonstruktion (Blühdorn, 2006, 255-257).

Da die „Sprache der geographischen Kausalität“ so anspruchsvoll ist, sollte sie im Rahmen des systemischen Denkens im Unterricht zu einem zentralen, unerlässlichen sowie klassenstufenübergreifenden Lerngegenstand werden. Denn Sprachkompetenz und Sprachbewusstheit sind basale Voraussetzungen für den Aufbau neuer systemischer Denkstrategien und Wissensbestände sowie für eine korrekte fachbezogene Sprachproduktion. Gleichzeitig vermindert eine hohe Sprachkompetenz die sprachlichen Barrieren für den Erwerb von Wissen und erhöht die kommunikative Teilhabe der Schüler*innen im Unterricht (Ehret, 2017; Oleschko et al., 2016). Zentraler Aspekt fachsprachlicher Register im Bereich der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen ist eine fachbezogene, kausale Sprachbewusstheit. Inhaltlich-sprachliche Scaffolds

wären dabei besonders effektiv, wenn sie die sog. „*Focal awareness*“ aktivieren bzw. fördern (van Lier, 1997, 9; Teilstudie 1 und 3). Unter „*Focal awareness*“ versteht man die direkte Zuordnung von wahrgenommenen, bekannten Ereignissen und deren unmittelbare Bedeutungszuschreibung durch Individuen. Scaffolds sollten dementsprechende Verweisstrukturen bereitstellen, die zugriffsfähige Informationen im mentalen Lexikon nutzen und mit der inhaltlich-sprachlichen Erarbeitung geographischer Kausalstrukturen verknüpfen. Bezogen auf die Versprachlichung von geographischen Kausalstrukturen ist eine fachsprachliche kausale Bewusstheit in der kognitiven und performativen Domäne von Sprachbewusstheit zu verorten, so James & Garrett (1991). Kausale Sprachbewusstheit bedeutet daher in einer *kognitiven Domäne*, die Bewusstheit und Fähigkeit, systemische Muster und Regelmäßigkeiten, das Wissen um geographische Kategorien (Entitäten, z.B. Geofaktoren wie das Klima), Regeln der Interaktion (raum-zeitliche Dynamiken) und der Organisation von Systemen (Hierarchisierung und Vernetzung von Entitäten) sowie die Interaktion von Systemen mit anderen Systemen zu versprachlichen. Kausale Sprachbewusstheit im Sinne der *performativen Domäne* meint die Bewusstheit für die Verarbeitungsprozesse von Sprache sowie für das Lernen von Fachinhalten und deren linguistischen Merkmalen. Gerade für die Versprachlichung raumzeitlicher Verben, die kausale raum-zeitliche Dynamiken kennzeichnen, ist dies zentral. Beiden Domänen ist das Erfordernis inhärent, entsprechende mentale Konzepte geographisch-sprachlicher Kausalität anhand kontextbezogener fachlicher Inhalte im Rahmen des Unterrichts sprachbewusst zu entwickeln.

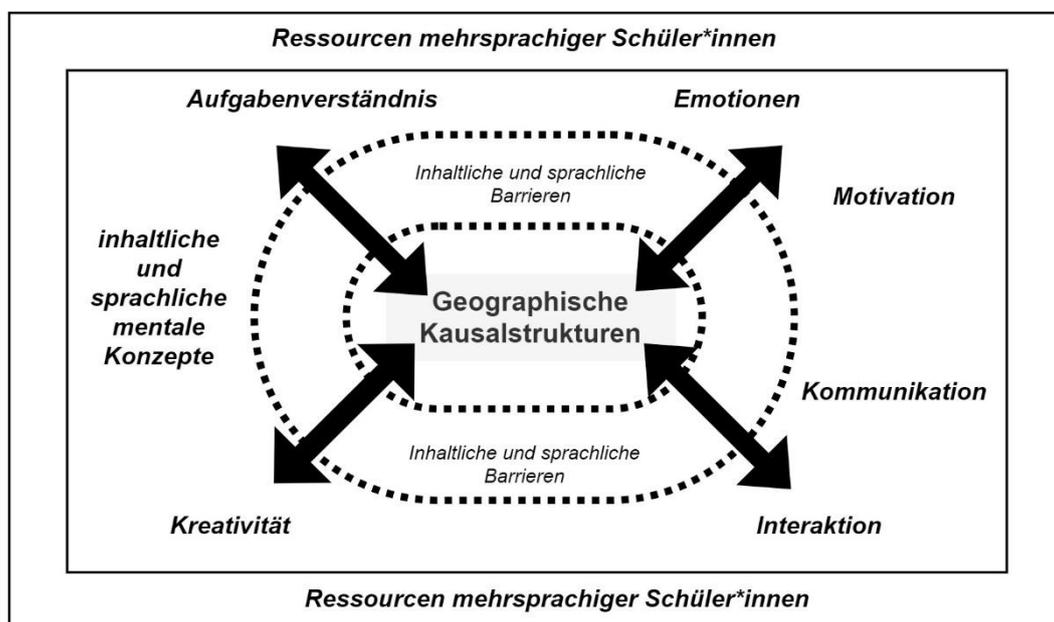
Der Einsatz sprachlicher Scaffolds führt nicht unmittelbar zu einer Steigerung der Komplexität systemischer Denk- und Sprachprodukte im Geographieunterricht. Dennoch sollte die Aktivierung und die Nutzung sprachlicher Ressourcen zur Förderung einer fachsprachlichen Sprachbewusstheit sowie zur Verminderung sprachlicher Barrieren beim Denken in und Versprachlichen von geographischen Kausalstrukturen noch stärkere Betrachtung im Unterrichtsalltag finden. Systemisches Denken aus sprachlicher Sicht beginnt bereits auf Wort- und Satzebene. Die Aktivierung von sprachlichem und inhaltlichem Vorwissen sowie die situative Kontextualisierung vor der Aufgabenbearbeitung sind dabei genauso wichtig, wie die Ermöglichung kognitiver Handlungsfähigkeit durch inhaltliche und sprachliche Scaffolds während der Aufgabenbearbeitung. Zudem ist eine kriteriengeleitete Metareflexion von zentraler Bedeutung, um fachliche Inhalte, Kausalvorstellungen und die sprachliche Bedeutung zentraler Wörter oder Wortverbindungen im mentalen Lexikon integrieren zu können (Roth, 2009, 59-67, Heuzeroth & Budke, Manuskript eingereicht zur Publikation).

7.5.2 Mehrsprachig zur geographischen Kausalstruktur – Einfluss der Mehrsprachigkeit auf die Entwicklung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen

Die Ergebnisse der 2. Teilstudie verdeutlichen, dass allein die freie Sprachwahl durch Schüler*innen in mehrsprachigen Unterrichtssequenzen, eine erhöhte Anzahl kommunikativer Handlungen bewirkt und damit eine funktionale Aktivierung der Ressourcen Mehrsprachiger fördert. In Abbildung 35 sind die möglichen Wirkungen dieser Ressourcen in mehrsprachigen Lehr-Lern-Settings auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen überblicksartig dargestellt.

Abbildung 35

Ressourcen von Mehrsprachigkeit und Wirkung von Sprachbewusstheit



Vergleichbar mit den Ergebnissen von Bär (2009), Li (2018), Roche (2018b) unterstreichen die Ergebnisse, dass mehrsprachige Unterrichtssequenzen lernwirksame Kognitionsprozesse, die das fachliche Lernen stimulieren, unterstützen. Dies führt, im Vergleich zu einer einsprachigen Lernsituation, zu einer komplexeren inhaltlichen Erschließung eines geographischen Themas (Abbildung 35). Die hohe Motivation und der Wegfall sprachlicher Barrieren aufgrund freier Sprachwahl und fehlender Restriktionen, ausschließlich in der Zielsprache zu kommunizieren, erhöht den Umfang kommunikativer Handlungen (Abbildung 35). Dies steigert die Interaktion im Unterricht sowie das lernbezogene Aktivierungsniveau und somit die Intensität des kommunikativen Problemlösungsprozesses (Auer, 2009; Prediger et al., 2019).

Die in Teilstudie 2 beobachteten Sprachwechsel fanden wahrscheinlich in Folge einer pragmatischen Sensibilität (Jessner, 2006, 106) statt. Das heißt, kommunikative Handlungen wurden in Abhängigkeit der Sprachfähigkeiten des Adressaten produziert, insofern die Mehrsprachigen die bevorzugte Sprache ihres Gegenübers kannten und damit ein erleichtertes Verstehen möglich wurde. Grundsätzlich legen die Ergebnisse der 2. Teilstudie die Vermutung nahe, dass durch die Nutzung aller verfügbaren sprachlichen Register Verstehensprozesse und inhaltliche Aushandlungsprozesse zielführender und effektiver gestaltet werden konnten (Abbildung 35). Die Nutzung mehrsprachiger Ressourcen seitens der Schüler*innen hat Einfluss auf die Aufgabenklärung, die Sicherung des Aufgabenverständnisses, die Koordinierung und Steuerung des Arbeitsprozesses sowie die Verwendung inhaltlicher Erschließungsstrategien, wie z.B. sinnentnehmendes Lesen („transformative Kapazität“, Li, 2018, 27; Abbildung 35). Das linguistische und kognitive Metasystem einerseits und die erhöhte Sprachbewusstheit Mehrsprachiger andererseits führten, im Vergleich zu einsprachigen Sprecher*innen, zu einer erhöhten sprachlichen und inhaltlichen Kohärenz, zu einer ausgeprägteren Korrektheit und zu einer erhöhten Anzahl geographischer Kausalbeziehungen. Gerade in Bezug auf die Ergebnisse der einsprachigen Kontrollgruppe wurde deutlich, dass die Nutzung mehrsprachiger Ressourcen im Geographieunterricht eine positive Wirkung auf inhaltsbezogene kommunikative Handlungen (z.B. Erschließung von Fachbegriffen) haben kann und somit das fachliche Lernen unterstützt. Gestützt wird diese Annahme unter anderem durch Arbeiten von Schüler-Meyer et al. (2019) und Prediger et al. (2019).

Ob dabei auch ein Vorteil für den Fachsprachenerwerb generiert werden kann, konnte auf Grundlage der Studienergebnisse nicht ermittelt werden. Augenscheinlich war, dass die Ressourcen und Strategien mehrsprachiger Schüler*innen jedoch keinen Einfluss auf die Konstruktion komplexer (multikausaler) Kausalstrukturen hatte. Der bereichernde Einfluss interkultureller Zugriffsweisen auf kausale Verknüpfungen kam in der vorliegenden Studie ebenso nicht erkennbar zum Tragen. In der Regel werden die einzelnen Sprachsysteme, je nach funktionaler Sinnhaftigkeit oder aufgrund eines kommunikativen Impulses, z.B. durch Trigger-Words, aktiviert. (Riehl, 2019a; Roche, 2018a, 2018b). Trigger Words sind so genannte Auslösewörter. Dies können Eigennamen, lexikalische Übernahmen oder in verschiedenen Sprachen gleichlautende Wörter sein, die einen Sprachwechsel befördern (Riehl, 2019 a, 1-3). Das Code-Switching bei Fachwörtern und produktbezogenen kommunikativen Handlungen begründet sich in funktional mobilisierten Sprachhandlungsfähigkeiten der Schüler*innen (Le Boterf, 1999, 56). Jedoch ist der Umfang des Sprachwechsel abhängig von der Größe des interindividuellen fachsprachlichen Registers der Sprecher*innen in einer kontextbezogenen Kommunikationssituation.

Aufgrund des einsprachigen Materials und des sprachlichen Handlungsproduktes (beides ins Deutsch, L3) wurden nicht alle vorhandenen Sprachsysteme, damit mehrsprachige Ressourcen der Schüler*innen aktiviert. Folglich wurden bei der Informationsverarbeitung und dem inhaltlichen Verständnis nicht alle sprachlichen und inhaltlichen Ressourcen vollumfänglich genutzt. Dies könnte eine Ursache für eine verminderte Komplexität der entwickelten geographischer Kausalstrukturen sein. Die Muttersprache Kirgisisch (L1) wurde als sprachliches Referenzsystem bei der Kommunikation der Schüler*innen untereinander genutzt (*language mode*; Grosjean, 2013).

7.5.3 Wirkung und Einsatzmöglichkeiten metakognitiver Methoden im Geographieunterricht

Metakognitive Unterrichtsmethoden und daraus resultierende Strategien strukturieren und koordinieren den komplexen Problemlösungsprozess zwischen geographischem Inhalt und Fachsprache, im Denk- und Handlungsprozess seitens der Schüler*innen. Sprachliche Scaffolds (Teilstudie 1) und die Nutzung von bereits vorhandenen mehrsprachigen Ressourcen der Schüler*innen (Teilstudie 2) sind dabei Unterstützungsmaßnahmen für den sprachlich-inhaltlichen Aspekt des Problemlösens bei der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen. Die eingesetzten Methoden zur Vermittlung metakognitiver Strategien (Teilstudie 3) unterstützen und fördern wesentliche Teilaspekte bei der Konstruktion von Kausalstrukturen durch Schüler*innen: Die Verbindung von Systemkomponenten und deren Interaktionen (Inhalt) sowie sprachliche Repräsentation (Sprache). Nach Schneider et al. (1998), Schwartz & Metcalfe (2017) und Vrugt & Oort (2008) aktiviert eine deklarative Metabewusstheit kognitive und strategische Wissensstrukturen. Bezogen auf die Entwicklung von geographischen Kausalstrukturen, führt dies zu einer Aktivierung inhaltlich-sprachlicher Merkmale von Ursache oder Wirkung oder Systemelemente / Fachwörtern, aber auch Verben, die als Kausalmarker fungieren. Weiterhin wird kontextabhängiges und problembezogenes geographisches Vorwissen aktiviert. Aus einer strategischen Sicht werden durch metakognitive Methoden (kausale) Problemlösungsheuristiken aktiviert. Je nach Einsatzort im Problemlösungsprozess unterstützen diese die aufgabenbezogene Organisation des Vorwissens oder die zielgerichtete Regulation von Denk- und Handlungsprozessen für die Konstruktion von geographischen Kausalstrukturen (Schramm, 2010; Sjuts, 2018).

Auf Grundlage der Ergebnisse der 3. Teilstudie kann angenommen werden, dass metakognitive Steuerungs- und Kontrollprozesse die aufgabenbezogene und thematische Präzision von Schüler*innen bei der Entwicklung von Ursache-Wirkungszusammenhängen erhöhen. Dies bestätigt unter anderem die Erkenntnisse von Vuorre & Metcalfe (2021,19) und Dunlovsky et. al. (2021, 23-27) bezüglich des Zusammenhangs von metakognitiven Kompetenzen und Lernerfolg, der sich in der

Präzision bzw. Passung der Aufgabenbearbeitung spiegelt. Es bleibt jedoch weitestgehend ungeklärt, welche metakognitiven Strategien bzw. Methoden für die Anbahnung einzelner Systemkompetenzen (Arndt, 2017, 25-32; Brockmüller & Siegmund, 2020, 43-44) bei Schüler*innen besonders geeignet sind. Gerade der Einfluss von Metakognition auf den domänenspezifischen Erwerb einer geographischen, systemischen Expertise (Gruber et al., 2019, 56-59) wird aufgrund der 3. Teilstudie deutlich bekräftigt. Die Wirkung metakognitiver Kompetenzen auf den Wissenserwerb- und die Wissensanwendung im Problemlösungsprozess (Greiff et al., 2015, 20) oder auf das Verständnis von Problemsituation und der Abwägung verschiedener Lösungsmöglichkeiten (Dostál, 2015, 3-6) kann auf Grundlage der Teilstudie 3 ebenfalls bestätigt werden. Weiterhin konnte die Studie zeigen, dass metakognitive Fähigkeiten die Anwendung kontextbezogener Lösungsheuristiken (Novick & Bassok, 2005, 326) fördern oder eine auf sprachlichen und inhaltlichen Kriterien erfolgende, aufgabenbezogene Bewertung des Lösungsergebnisses unterstützt (Funke, 2012, 682-685; Gick, 1986, 110-116). Zudem hilft sowohl die deklarative als auch die prozedurale Komponente von Metakognition bei der Encodierung der Problemsituation. Das aktivierte inhaltliche und sprachliche Vorwissen (deklaratives Wissen) sowie die Bewusstmachung vorhandener *Problemlösungsheuristiken* (prozedurales Wissen) unterstützen eine umfangreichere Durchdringung des Ist- und eines möglichen Soll-Zustandes durch Schüler*innen. Dies ermöglicht einerseits eine selektive Aktivierung von bereits vorhanden mentalen Kausalkonzepten. Andererseits werden im Bereich von *Metamemory* und *Metaknowledge* zur Problemstellung passende semantische Wissensnetze aktiviert, d.h. es stehen sowohl inhaltlich-sprachliche Attribute (Wesensmerkmale) von Elementen eines Systems zur Verfügung als auch kausale Wirkungszusammenhänge (Heuzeroth & Budke, 2021b, 398 ; vgl. auch Büttner, 2014). Damit können sich Schüler*innen im Problemraum besser orientieren und zugleich mögliche Lösungshorizonte frühzeitiger prognostizieren.

Nach Johnson Laird & Khemlaani (2017) passen sich mentale Modelle und Konzepte von Kausalität sowie vorhandene Wissensbestände an die Problemstruktur des zu lösenden Problems an. Schüler*innen reproduzieren in Lernaufgaben, die systemischen Denken erfordern, demzufolge vorhanden Problemlösungsheuristiken, kontextbezogene Annahmen von Kausalität oder raumbezogener Strukturen, Prozesse und Funktionen. Diese eher statische Anwendung von deklarativem und prozeduralem Wissen funktioniert so lange Schüler*innen bekannte (kausale) Schlussregeln und Muster, im Rahmen der Aufgabenbearbeitung anwenden können. Bei besonders komplexen Problemen oder für die Konstruktion komplexer, hochvernetzter Kausalstrukturen funktionieren oftmals die (kausalen) Schlussregeln und Muster nur unzureichend. Das Ergebnis: Einfache, monokausale geographische Kausalstrukturen. Büttner (2014) begründet dies mit Fehlern in

der sogenannten mentalen Vorausschau und dementsprechend werden kausale Schlüsse, auf Grund einer kognitiven Überforderung des Arbeitsgedächtnisses fehlerhaft konstruiert. Die 3. Teilstudie konnte belegen, dass die entwickelten metakognitiven Methoden die Schüler*innen dabei unterstützen, eben jene Überforderung und die daraus resultierenden Fehlschlüsse zu vermeiden. Prozedurale, handlungsregulierende und problemlösungsorientierte Strategien unterstützen also die Entwicklung komplexer geographischer Kausalstrukturen (*Metastrategien*; Peña-Ayala & Cárdenas, 2015). Weiterhin konnte Teilstudie 3 verdeutlichen, dass metakognitive Methoden, einerseits den inhaltlich-sprachlichen Aushandlungsprozess im Zuge der Bedeutungskonstruktion von Systemkomponenten und raum-zeitlichen Dynamiken sowie andererseits den Problemlösungsprozess, durch die Ausprägung von flexiblen, nicht statischen Handlungsrouninen fördert. Dadurch erhöhen metakognitive Methoden die thematische Passung und die inhaltlich-sprachliche Kohärenz von geographischen Kausalstrukturen.

Metakognitive Unterrichtsmethoden für den Geographieunterricht sind somit effektive Förderinstrumente für inhaltliche, sprachliche und strategische (De-) Konstruktionsstrategien im Umgang mit systemischer Komplexität. Je nach Einsatzort – vor- während oder nach dem systembezogenen Problemlösungsprozess – ändert sich ihre konzeptionelle Gestaltung und demnach ihre kognitive und strategische Funktion. Vor dem Problemlösungsprozess (z.B. Intervention oder Handlungsplan) soll die Aktivierung des Vorwissens kontextbezogene internale kausale Modelle bereitstellen, sowohl sprachlich als auch inhaltlich. Darüber hinaus soll das Aufgabenverständnis und damit die Problemsituation geklärt werden, um weitere Handlungsschritte festlegen zu können und ggf. erste Lösungswege prognostizieren zu können. Zugleich sollen die Schüler*innen angeregt werden, sich vorhandene Problemlösungsheuristiken für den Problemlösungsprozess mental bewusst zu machen, um ein strukturiertes Vorgehen bei der Entwicklung und Evaluation geographischer Kausalstrukturen zu unterstützen. Die Planerstellung befördert die Entwicklung individueller, problemlösungsbezogener Kriterien zur Reduktion der inhaltlichen Komplexität. Ergänzend zu den selektiv ausgewählten inhaltlichen Aspekten werden auch Konzepte und Mittel für die Versprachlichung ebendieser Aspekte aktiviert. Metakognitive Methoden unterstützen die Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen, da diese den inhaltlich-sprachlichen Ausdeutungsprozess von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen (die kognitive und performative Domäne der Sprachbewusstheit) fördern. Inhaltlich sorgen metakognitive Methoden für eine Aktivierung kognitiver und mentaler Modelle von Kausalität sowie kontextbezogener Wissensstrukturen. Damit werden einerseits bekannte „Verursachungsrelationen“ und „Kausalprinzipien“ (siehe Kapitel 2.3) im mentalen Lexikon aktiviert sowie andererseits inhaltliche

Wesensmerkmale (Attribute) von Systemkomponenten. Darüber hinaus werden die kognitive und die performative Domäne der Sprachbewusstheit mit inhaltlichen Problemlösungsprozess verschränkt. Metakognitive Methoden strukturieren und koordinieren somit den zweifachen (inhaltlichen und inhaltlich-sprachlichen) Problemlösungsprozess und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Verminderung der oben aufgeführten inhaltlichen und sprachlichen strategischen Barrieren. Weiterhin unterstützen Metastrategien durch Aufmerksamkeitssteuerung, die Stabilisierung einer inneren Haltung von Neugier und Interesse sowie durch die Verminderung von Frustration und Überforderung die affektive Domäne der Sprachbewusstheit (Betsch et al., 2011; Fischer et al., 2012; Lakoff & Johnson, 2014).

Die Vernetzung der vielschichtigen Aspekte von Metakognition stellt für Forschende eine große Herausforderung dar. Einzelne Teilprozesse lassen sich nur bedingt isoliert erfassen und empirisch messen, was eine detaillierte Bewertung erschwert (Hasselhorn, 1992). Welche Aspekte der Metakognition die eingesetzten im Speziellen Unterrichtsmethoden förderten, blieb in der dritten Teilstudie unklar und müsste in zukünftigen Studien genauer geprüft werden. Die Frage, ob es einen Effekt der Interventionen auf die Veränderung vorhandener (internaler) Kausalmodelle im mentalen Lexikon der Schüler*innen für die zukünftige Problembewältigung (Waldmann, 2017) gab, ob sich das Denken in Kausalitäten also generell verändert hat, bedarf ebenfalls weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen.

7.5.4 Kausales Wissen und Denken - Geographischen Kausalstrukturen aus der Perspektive der Lernpsychologie

In der geographiedidaktischen Literatur konstatieren z.B. Rinschede & Siegmund (2019, 54-56), ausgehend von Piaget, eine entwicklungspsychologische Ursache und ein altersabhängiges Vermögen der räumlichen Vorstellung und Wahrnehmung kausaler Komplexität (vgl. auch Kaminske, 2001, 17). Komplexere, logische Denkopoperationen oder abstraktes Denken ist demnach erst ab 11 Jahren möglich (euklidische Raumvorstellung; Piaget & Inhelder, 1971).

Forschungen zum kausalen Denken belegen, dass bereits im Säuglings- und Kleinkindalter sowohl für (a) domänenspezifische Objektbewegungen oder Handlungen von Agenten (z.B. Bezugsperson) als auch für (b) domänenübergreifende Formen (Kovarianzinformationen) kausale Konzepte vorhanden sind, die sich jedoch eher intuitiv und nichtsprachlich entwickeln (Muentener & Bonawitz, 2017, 25). In diesem frühen Stadium handelt es sich noch um Ereignisrepräsentationen von Kausalität. Kausalität wird dabei von der Wirkung ausgehend im mentalen Lexikon abgespeichert. Greift ein Kind auf die heiße Herdplatte, dann wird ausgehend von der verbrannten Hand und dem erlittenen Schmerz, der kausale Schluss gezogen, dass man nicht auf eine heiße Herdplatte greifen

sollte, da die Wirkung negativ ist. Die Wirkung „Schmerz“ wird mit der Ursache „hohe Temperatur/ heiße Platte“ verknüpft. Im Laufe der kindlichen Entwicklung kommt es ausgehend vom mentalen Konzept der Ereignisrepräsentation zu einer Integration von kausalem Denken, als Objekt- und Agens-Repräsentationen. Das heißt, dass Kausalzusammenhänge mehrheitlich von der Ursache eines beobachteten Phänomens ausgehend mental abgespeichert werden. Für den oben beschriebenen Kausalzusammenhang (Herd/ Hand) würde dies heißen: Die Platte ist heiß, also sollte man diese nicht berühren. Ausgehend von der Ursache „hohe Temperatur/ heiße Platte“ wird auf die Wirkung „Verbrennung/ Schmerz“ geschlossen.

Die Art und Weise der mentalen Repräsentation von Kausalität ist erwiesenermaßen abhängig vom kulturellen und sozialen Kontext der denkenden Person (Le Guen et al., 2015). Wo kein Herd ist, kann auch kein Zusammenhang zwischen hoher Temperatur/ heißer Platte und „Verbrennung/ Schmerz“ hergestellt werden. Zugleich gilt als erwiesen, dass vorhandene interne Kausalmodelle, also mentale Repräsentationen von Kausalität, eine entscheidende Rolle für das Erkennen und Entwickeln von Kausalstrukturen spielen (Waldmann, 2017). Beim Wissenserwerb und der Ausprägung komplexer Denkfähigkeiten wird zudem auf den wechselseitigen Effekt von vorhandenem Kausalwissen („Kausalmodelle“; Waldmann et al., 2006, 310) und mentaler kausaler Kategorienbildung verwiesen. Es wird angenommen, dass eine Zuschreibung von Ursache oder Wirkung eines Phänomens, wie oben bereits erwähnt, abhängig ist von inhaltlichem und kausalem Vorwissen bzw. internaler Vorstellungen von Kausalität der betreffenden Person. Hat ein Mensch schon Mal auf eine heiße Herdplatte gegriffen und die Wirkung von „hoher Temperatur/ heißer Platte“ erfahren, so wird dieser den Kausalzusammenhang „heiße Gegenstände“ oder „Hitze“ gleich möglicher Schmerzen auch auf andere Kontexte übertragen und damit kategorisieren können. Die Hauptursache für die Schwierigkeiten beim expliziten, kausalen Schlussfolgern ist nach Münterer & Bonawitz (2017, 24-25) die Kluft zwischen den metakognitiven Prozessen, die explizites problemorientiertes Denken unterstützen, und den intuitiven Mechanismen für die Bestimmung der unabhängigen, tatsächlichen Wirkung eines kontextbezogenen Phänomens (kausale Inferenz), die sich aus den täglichen Erfahrungen ableiten. Drewitz (2020, 273-276) hat im Rahmen seiner Arbeiten aufzeigen können, dass kausales Wissen assoziativ und kontextgebunden ist. Die Anbindung erzeugt eine bestimmte Struktur kausaler Wissensbestände, in der durch das Erkennen von und das Wissen um Ursachen, auf Wirkungen geschlossen werden kann. Diese Ursache-Wirkungs-Beziehung wird dann im mentalen Lexikon abgespeichert (Konditionale Chunks, u.a. Büttner, 2014; Drewitz, 2020). Erfolgt nun ein kausaler Kontextwechsel durch Widersprüche, andere Themen oder veränderte Problemstellungen, können nicht alle kognitiven und mentalen Konzepte der abgespeicherten Kausalstrukturen (in diesem Fall

Verursachungszusammenhänge, siehe Kapitel 2.3) aktiviert und verwendet werden, da die Ursache nicht erkannt wird und somit auf keinen Effekt geschlossen werden kann. In der Folge einer solchen Erwartungsverletzung und fehlerhaften Ursachenerkennung sind subjektive Unsicherheiten und kognitive Fehlschlüsse zu beobachten. Drewitz (2020) empfiehlt daher, den „kausalen Kontextwechsel“ – ein Prinzip zur Erweiterung und Verfeinerung kausalen Wissens und kausaler Überzeugungen – zielführend zu nutzen, um prozedurale Transferstrategien auszuprägen. „Prozeduralisierung“ beschreibt den Prozess der Überführung von deklarativem Wissen, hier Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen, in Handlungsrouninen des kausalen Schließens (Ausbildung von kausalen Schemata). Hierdurch werden die limitierten, kapazitätsbeschränkten mentalen Ressourcen wie Aufmerksamkeit, Motivation und Emotionen gesteuert, ausgehend von einer Routinisierung oder Automatisierung von (Denk-)Handlungen, die wiederum auf Metastrategien beruht.

Ein wesentlicher Aspekt für die Entwicklung kausalen Wissens ist der Zusammenhang den systemischen Kompetenzen der Lehrkraft bei der Anbahnung systemischer Denkfertigkeiten bei Schüler*innen und (Streiling et al., 2019). Die systemischen Kompetenzen von Lehrkräften haben vielseitige Auswirkungen auf die Planung und Durchführung systemischer Inhalte und Methoden im Geographieunterricht. Das gilt auch für die Formen der Rückmeldung und Korrektur von durch Schüler*innen entwickelten geographische Kausalstrukturen. Drewitz (2020, 276), Greif (2015) und Morawski (2019) haben die zentrale Rolle des Feedbacks von Lehrer*innen oder Mitschüler*innen auf die Entwicklung systemischer bzw. kausaler Denkkompetenzen hervorgehoben. Fehlendes Feedback bzw. keine Auflösung der kausalen Erwartungsverletzungen, führt zu einem fehlerhaften kausalen Wissenserwerb, dies führt wiederum zu Fehlern in der Wissensanwendung, d.h. auch zu einer fehlerbehafteten Konstruktion von Kausalstrukturen als Folge eines (fehlerhaft) erfolgten Problemlösungsprozesses. Dies bedeutet, wenn Lehrkräfte auf Grund fehlender oder fehlerhafter Kausalkonzepte nur unzureichend und sogar keine Rückmeldungen geben, dass sich fehlerhafte mentale Kausalvorstellungen bei Schüler*innen nicht korrigiert werden und sich damit verfestigen.

7.6 Konsequenzen für die Unterrichtspraxis

7.6.1 Konsequenzen für die Unterrichtspraxis: Geographische Kausalstrukturen und komplexes Problemlösen

Konzeptioneller Rahmen aller drei Teilstudien ist die Feststellung, dass die Entwicklung von geographischen Kausalstrukturen durch Schüler*innen ein komplexer Problemlösungsprozesses ist. Beim Lösen komplexer Probleme geht es darum, viele miteinander vernetzte inhaltliche und sprachliche Variablen in Bezug zueinander zu setzen, dynamische Entwicklungen zu identifizieren, Intransparenzen aufzuklären sowie verschiedene Zielstellungen strategisch zu erfüllen. Ausgangspunkt im Geographieunterricht ist meist ein problem- und raumbezogener *Ist-Zustand*. Im Rahmen komplexer Problemlösungssituationen im Allgemeinen und insbesondere bei der Entwicklung systemischer Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge ist dieser *Ist-Zustand* eine schlecht definierte, mehrdeutige Situation (Betsch et al., 2011, 139). Die Herausforderung für Schüler*innen besteht zunächst darin, den konkreten Ist-Zustand eines Mensch-Umwelt Systems zu erkennen. Ziel ist es sodann, einen meist unklaren und schlecht definierten „*Soll*“- *Zustand* zu erreichen, der eine Überführung des „problembehafteten“ Ist-Zustandes in einen „nachhaltigen, problemfreien“ Soll-Zustand darstellt. Dieser *Soll-Zustand*, also die Lösung des komplexen Problems, induziert eine Veränderung in der Systemorganisation und den Systemstrukturen, in Folge begründeter, systemverändernder, zukunftsgerichteter Handlungen oder Maßnahmen (Fögele et al., 2020, 84). Aus geographischer Sicht soll die Problemlösung eine nachhaltige Veränderung der Systemorganisation ermöglichen oder zumindest, durch die Variation einzelner Systemkomponenten, jene Dimensionen der Nachhaltigkeit adäquat harmonisieren, die in einem sozialen, ökologischen, ökonomischen und politischen Zielkonflikt miteinander stehen (DGfG, 2020, 5-11). Da Problemlösen ein derart herausfordernder und vielfältiger Prozess ist, der aus der Regulation von Emotionen, Motivation, Wissen und Strategien hervorgeht, gilt es, mehrdimensionale Unterstützungsstrukturen im Geographieunterricht zu implementieren. Neben entwicklungspsychologisch bedingten Komplexitätsvorstellungen seitens der Schüler*innen (Piaget & Inhelder, 1971), liegt auf Grund der ersten und dritten Teilstudie, die Vermutung nahe, dass fehlendes (Vor-)Wissen und (Er-)Kennen systemspezifischer Merkmale sowie deren Wechselwirkungen eine Barriere bei der Ausführung komplexer Denkgemeinschaften darstellt. In den Teilstudien 1 und 3 offenbarte sich, dass die Schüler*innen inhaltlich und sprachlich überfordert sind, koinzidente (sich gegenseitig beeinflussende) Ursache-Wirkungs-Relationen zu erkennen, zu erklären und sprachlich angemessen zu repräsentieren (vgl. auch Betsch et al., 2011; Kaminske, 2001). Dadurch erfolgte eine hochgradig individuelle und pragmatische Selektivität bei der Auswahl der Systemelemente und der Kausalverknüpfungen durch

die Schüler*innen. Je nach Vorwissen und Interesse ordneten Schüler*innen einem beliebigen Sachverhalt eine Ursache zu und versprachlichten diese Relation. Monokausale Verknüpfungen entsprachen eher dem linearen Kausalverständnis der Schüler*innen, sodass eine umfassende Vernetzung nicht erfolgte. Dies wiederum verhinderte die Entwicklung von komplexen, systemischen Denkstrategien und damit eines elaborierten Verständnisses, der in den Aufgaben geforderten komplexen Vernetzung sowie einer umfassenden Problemlösung. Es blieb bei einem vorrangig eindimensionalen Zugriff. Die Schüler*innen offenbarten vor allem in den Teilstudien 1 und 2 fehlende Denkwerkzeuge und ein unzureichendes Strategiewissen im Umgang mit komplexen Inhalten sowie problemlösungsbezogenen Lernaufgaben. Diese könnten Gründe für die Dominanz monokausaler Verknüpfungen gewesen sein.

Die Teilstudien 1 und 3 legen nahe, dass Schüler*innen inhaltliche, sprachliche sowie prozessbezogene Bewältigungsstrategien benötigen, um komplexe geographische Kausalstrukturen entwickeln zu können. Im Rahmen der Dissertation konnte belegt werden, dass es im Geographieunterricht neben der Bewältigung inhaltlicher Anforderungen auch sprachlicher und strategischer Werkzeuge Bedarf, um die eigenständige Lösung komplexer systemischer Probleme durch Schüler*innen zu verbessern. Ein weiteres Ergebnis der Studien ist, dass Sprachbewusstheit und Metakognition fördernde Einflussfaktoren für die Bewältigung systembezogener Lernaufgaben im Geographieunterricht sein können. Beide unterstützen positiv die Bewältigung der inhaltlichen Anforderungen und haben einen hohen Effekt auf die Lernergebnisse und die Anbahnung von systemischen Kompetenzen. Eine Möglichkeit, diese Fähigkeiten fachdidaktisch weiter zu fördern und auszubauen, sind inhaltliche, sprachliche und strategische Unterstützungsangebote, die zur Lösung eines komplexen Problems Strukturen und Kriterien liefern, vor allem für die (De-) Konstruktion von Systemkomponenten und deren Kausalbeziehungen.

7.6.2 Konsequenzen für die Unterrichtspraxis – Unterstützungsstrukturen für das Entwickeln komplexer geographischer Kausalstrukturen

Das Ergebnis aller drei Teilstudien ist: Versprachlichungsprozesse geographischer Kausalstrukturen bedürfen neben inhaltlicher auch sprachlicher und strategischer Unterstützungsstrukturen. Scaffolds können hierbei ein bereicherndes und förderndes Element des (binnen-) differenzierenden „kausalitätssensiblen“ Geographieunterrichts sein. Aufgrund der hohen informatorischen (inhaltlichen) Komplexität systemischer Denkprozesse und der damit einhergehenden Wahrscheinlichkeit der kognitiven Überforderung (Sweller, 1988), gilt es sowohl in den Makro- als auch in den Mikrostrukturen des Geographieunterrichts kausalitätsfördernde Maßnahmen und „Entwicklungszonen“ (Vygotskij & Cole, 1981, 240) zu ermöglichen.

In der Planungsphase von Geographieunterricht ist hierbei die Analyse der (fach-)sprachlichen und themenbezogenen Anforderungen eine zentrale Voraussetzung für die Entwicklung passgenauer Förderinstrumente (Bedarfsanalyse; Luft et al., 2015, 28). Lehrer*innen können ausgehend von den fachlichen Inhalten sowie deren spezifischen mündlichen und schriftsprachlichen Anforderungen auf Wort-, Satz- und Textebene den Lernstand, also die inhaltlichen, sprachlichen und strategischen Kompetenzen der Schüler*innen, erheben (Luft et al., 2015; Oleschko et al., 2016). Darauf aufbauend werden die fachlichen, sprachlichen und strategischen Lernziele durch Lehrer*innen formuliert und ein entsprechender Erwartungshorizont ausgearbeitet, um mögliche Stolpersteine bzw. Barrieren zu identifizieren. Gerade die beschriebenen diagnostischen Aspekte in der Planung von Geographieunterricht sind ausgesprochen wichtig, aber zugleich überaus zeitaufwendig. Unterrichtsbeobachtungen, Lernstandserhebungen oder die Analyse von mündlichen, wie schriftlichen Sprachprodukten setzen neben einer hohen fachlichen Kompetenz der Lehrkräfte, eine entsprechende Expertise um Deutungsheuristiken und Diagnosemöglichkeiten im Unterricht voraus (Barth, 2010, 340-342). Eine didaktisch begründete Entwicklung und Auswahl von Unterstützungstechniken und Differenzierungsmöglichkeiten durch Lehrkräfte ermöglicht es Schüler*innen, Barrieren in inhaltlichen, sprachlichen und strategischen Dimensionen zu überwinden. Es existieren bereits die Planungsraster von Tajmel (2017) bzw. Tajmel und Hägi-Mead (2017) und die Prinzipien und Reflexionshilfen von Michalak et. al (2015); diese bieten Hilfestellungen für eine sprachbewusste Diagnose und Didaktisierung geographischer Fachinhalte (Tajmel, 2019).

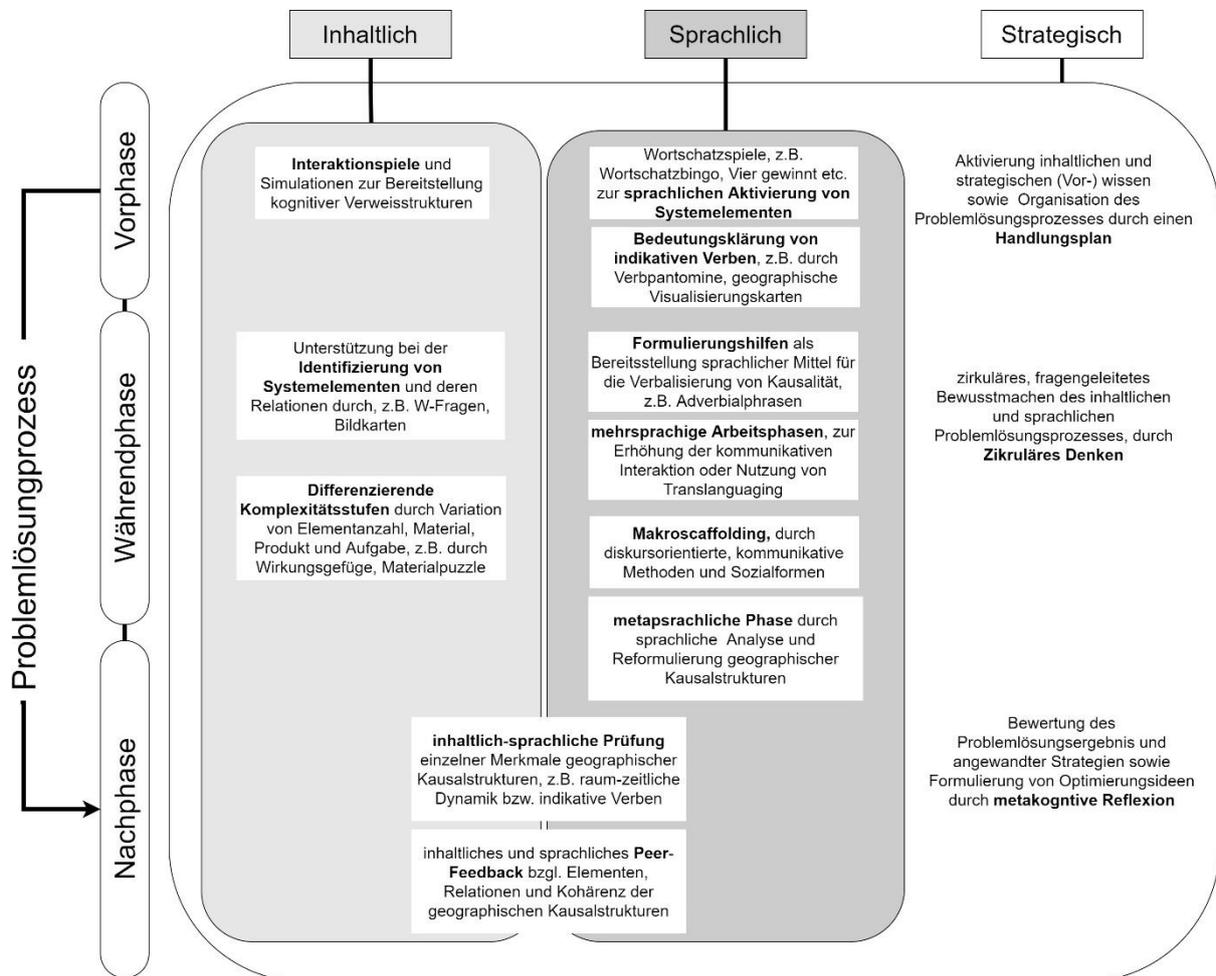
Auf der Makroebene kann sich neben dem Einsatz bereits bewährter methodischer Formen wie „Mysteries“ (Schuler et al., 2017) und „Concept-Maps“ (Raschke, 2018) vor allem der Einsatz des Task-Based-Learnings (Morawski, 2019; Willis & Willis, 2011) als sehr förderlich für die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen erweisen. Beim Task-Based-Learning (TBL) handelt es sich um einen strukturellen Ansatz für kommunikationsfördernde, lernzieltransparente, komplexe Aufgabenstellungen. Diese werden durch geplante Instruktionsstrukturen (u.a. sprachliche Scaffolds) im Unterricht flankiert (Klein, 2017; Willis & Willis, 2011). Dabei wird neben einer sprachlichen Entlastung, auch weitere andere komplexitätsreduzierende Maßnahmen (z.B. metakognitive Methoden) berücksichtigt (siehe Teilstudie 3). In der *pre-task*-phase (Vorphase) wird die *task* (die Entwicklung und Versprachlichung von geographischen Kausalstrukturen) durch entlastende *exercises* (z.B. Aktivierung des inhaltlichen, sprachlichen und strategischen Vorwissens) vorbereitet und unterstützt. Aus lernpsychologischer Sicht erhält der Unterrichtseinstieg hierbei eine hervorgehobene Bedeutung, weil in dieser Phase inhaltliches und sprachliches Vorwissen im mentalen Lexikon aktiviert, Interesse geweckt und Motivation für das Thema erzeugt werden soll (Budke, 2013; Buehner & Cheng,

2005; Evans & Green, 2006). Ein Unterricht, der auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen in einer späteren Erarbeitungsphase abzielt, benötigt Unterrichtseinstiege, die inhaltlich, sprachlich und strategisch eben jene Wirkungszusammenhänge zum Gegenstand haben und damit spätere Unterrichtsphasen vorentlasten.

Die Herstellung eines relevanten emotionalen Kontextes aufgrund einer situativen schülerorientierten Problemstellung ist ein wichtiger Aspekt bei der Themenauswahl und inhaltlichen Strukturierung (Roth, 2009, 62-67). Einstiege, in denen Fachwortschatz und sprachliche Mittel gezielt thematisiert werden, aktivieren inhaltliche und sprachliche Kausalkonzepte im mentalen Lexikon der Schüler*innen. Besonders wichtig ist neben einer umfassenden kognitiven Aktivierung die affektive, emotionale Aktivierung anhand schülerbezogener Erfahrungen (Aktivierung von Kausalerfahrungen). Neben Wortschatzaktivierungsübungen auf Wortebene (raum-zeitliche Verben) und auf Satzebene (z.B. Konnektoren), sind herausfordernde, lebensweltliche Problemstellungen und Lernaufgaben, die Sicherung des Aufgabenverständnisses durch sprachliche Scaffolds, für komplexitätsreduzierende Unterrichtseinstiege unabdingbar. Vor allem die Erhöhung der Zieltransparenz durch ein erfolgreiches Aufgabenverständnis und eine zu bewältigende Problemstellung ist zentral und wirkt zugleich positiv auf die Verfügbarkeit des fachsprachlichen Registers und die inhaltliche Anschlussfähigkeit; zudem erhöht sich darüber die Lernwirksamkeit der kommenden Unterrichtsinhalte (Roth, 2009, 67-78). Gerade vor der eigentlichen Aufgabenbearbeitung ist es wichtig, die Handlungsfähigkeit der Schüler*innen durch eine Bewusstmachung der kommenden Denk- und Handlungsschritte zu begleiten (Betsch et al., 2011; Dunlosky et al., 2020; Vuorre & Metcalfe, 2021). Dies kann z.B. durch systemische Interaktions- und Simulationsspiele bewerkstelligt werden, die zugleich problemlösende Denkstrategien erlebbar machen und komplexitätsreduzierende, inhaltliche Verweisstrukturen für den weiteren Unterricht anbieten. Zahlreiche Übungen, wie das „Web of Life“ oder der „Harvester“ (Meadows et al., 2016; Sweeney & Meadows, 2010), aktivieren konzeptionelle und mentale Wissensbestände bei den Schüler*innen und erweitern diese zugleich durch körperliche und emotionale Erfahrungen in Verbindung mit einer sprachlichen Bedeutungsentwicklung von Kausalbeziehungen (siehe Kapitel 2.4, Evans, 2012). Auch fördert der spielerische und sprachaktivierende Einstieg eine positive affektive Einstellung, erhöht die Motivation und führt dadurch zu einem höheren Aktivierungsniveau seitens der Schüler*innen. Ein hohes emotionales und affektives Aktivierungsniveau wiederum erhöht die Resilienz im Umgang mit Rückschlägen im Rahmen der weiteren Aufgabenbearbeitung. Neben der Wahrnehmung von Lernen als positiver Herausforderung (Roth, 2004, 503) und der Agilität im Problemlösungsprozess ist eine positive Fehlerkultur im Geographieunterricht unabdingbar.

Abbildung 36

Einsatzmöglichkeiten und Potenziale von Scaffolds im kausalitätssensiblen Geographieunterricht (eigene Darstellung, modifiziert nach Heuzeroth & Budke, o.J., Manuskript eingereicht zur Publikation)



Zentrale Bedeutung im TBL erhält die Aufgabenkonstruktion (*task-cycle*, z.B. die Entwicklung von geographischen Kausalstrukturen) sowie darauf bezogene inhaltliche, sprachliche und strategische Unterstützungsmaßnahmen, also Micro-Scaffolds (Brooks, 2016, 52-54; Gibbons, 2015, 25; Luft et al., 2015, 23) in der sog. Währendphase (*while-activities*). Hierbei sollten ungerichtete, explorative Aufgabenstellung (Dörner, 2000, 98-99) Beachtung finden. Die Lernaufgaben sollten den Schüler*innen ermöglichen, komplexe Denkstrategien anzuwenden und zu entwickeln (mehr dazu in Kapitel 7.6.5). Gleichwohl sollte das Scheitern bei der Konstruktion komplexer geographischer Kausalstrukturen von Schüler*innen als Ausgangspunkt für einen ressourcenorientierten Reflexionsprozess angesehen werden. Um die inhaltliche Kausalstruktur für Schüler*innen greifbarer zu machen, wäre die Identifizierung der Systemkomponenten, z.B. durch begleitende W-Fragen oder

zirkuläre Fragestellungen, denkbar (siehe Teilstudie 3). Differenzierend und entlastend würden auch heterogenitätsbezogene Veränderungen der Aufgabenstellung, des Materials und des Produktes wirken (Bär, 2009; Uhlenwinkel, 2008). Sprachliche Fördermaßnahmen sind u.a. Formulierungshilfen, Worterklärungen sowie ergänzende, differenzierende Materialangebote, die fachliche Zusammenhänge vereinfacht sprachlich erklären oder bildhaft darstellen. Zudem wirken inhaltsbezogene Deutungshilfen kausaler Strukturen (z.B. die Bereitstellung einer Analysematrix für Kausalstrukturen) und deren beispielhafte sprachliche Repräsentation unterstützend auf den Gebrauch von Verben und die richtige Hauptsatz-Nebensatz-Konstruktion. Die Ergebnisse der Teilstudien 1 und 2 legen nahe, dass Schüler*innen besondere Unterstützung bei der Erkennung raumzeitlicher Dynamiken benötigen. Diese kann durch die Bereitstellung und Einübung entsprechender Verbkonstruktionen (siehe Kapitel. 2.5) gewährleistet werden. Aufgrund der besonderen Herausforderung, die inhaltlichen Aspekte einer Kausalbeziehung durch Verben zu versprachlichen, gilt es hier, inhaltlich und sprachlich entlastende und komplexitätsreduzierende Unterstützungsmaßnahmen anzubieten. Dies betrifft vor allem Kausalbeziehungen wie Wirkrichtung, Stärke, Rückkopplungseffekte und Zeitdimensionen. Sind die Unterstützungsmaßnahmen darüber hinaus eingerahmt in strategische Scaffolds, mit Hilfe derer Denk- und Handlungsschritte strukturiert werden können, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit der Entwicklung komplexer, geographischer Kausalstrukturen enorm, wie die Ergebnisse der dritten Teilstudie verdeutlichen konnten. Reziproke Lehr-Lern-Settings (Palincsar & Brown, 1984, 184) in kollaborativen und kooperativen Sozialformen (Kessels & Hannover, 2015) können auf Grund der unterstützenden und folglich entlastenden Sozial- und Unterrichtsstruktur dabei helfen, Komplexität und daraus resultierende Überforderung zu reduzieren. Zudem fördern produktorientierte Ansätze wie der „Mysteries“ oder der „Syndrom“ Ansatz systemische Denkprozesse und entsprechende Lernprodukte, indem sie entsprechende methodische Makrostrukturen in der Während-Phase bieten.

In der Nachphase (*post-activities*) sollten systemische Denkkompetenzen fördernde Lernprodukte im Fokus stehen (z.B. Concept-Maps, Raschke, 2018). Weiterhin solle Raum für eine intensive Reflektion, für formatives Feedback sowie eine umfangreiche Metakognition über Schwierigkeiten, angewandte Strategien und Probleme im Unterricht stattfinden (vgl. Hattie, 2012; Morawski & Budke, 2019). Neben einem kriteriengeleiteten Peer-Feedback (vgl. Maier & Morawski, 2020) stellt eine inhaltliche und sprachliche Analyse geographischer Kausalstrukturen anhand vorgegebener Kriterien und Beispiele eine gute Möglichkeit dar, derartige Reflexionen zu initiieren. Metakognitive Phasen sollten in jedem Fall ein wiederkehrendes Element sein, das die Entwicklung fach- und zielsprachenbezogener Sprachbewusstheit ermöglicht. Hierüber wird nicht nur die

Erweiterung des fachsprachlichen Registers und des strategischen und methodischen Wissens gefördert (Metastrategien), vielmehr sind derartige Routinen auch eine Voraussetzung für die Vertiefung geographischen Wissens und Denkens (Morawski, 2019, 141). Als weitere positive Effekte sind verbesserte sprachliche Fähigkeiten, komplexere inhaltliche und methodische Erschließungsstrategien und schließlich tiefergehende (geographische) Erkenntnisse zu nennen (vgl. Boroditsky, 2011).

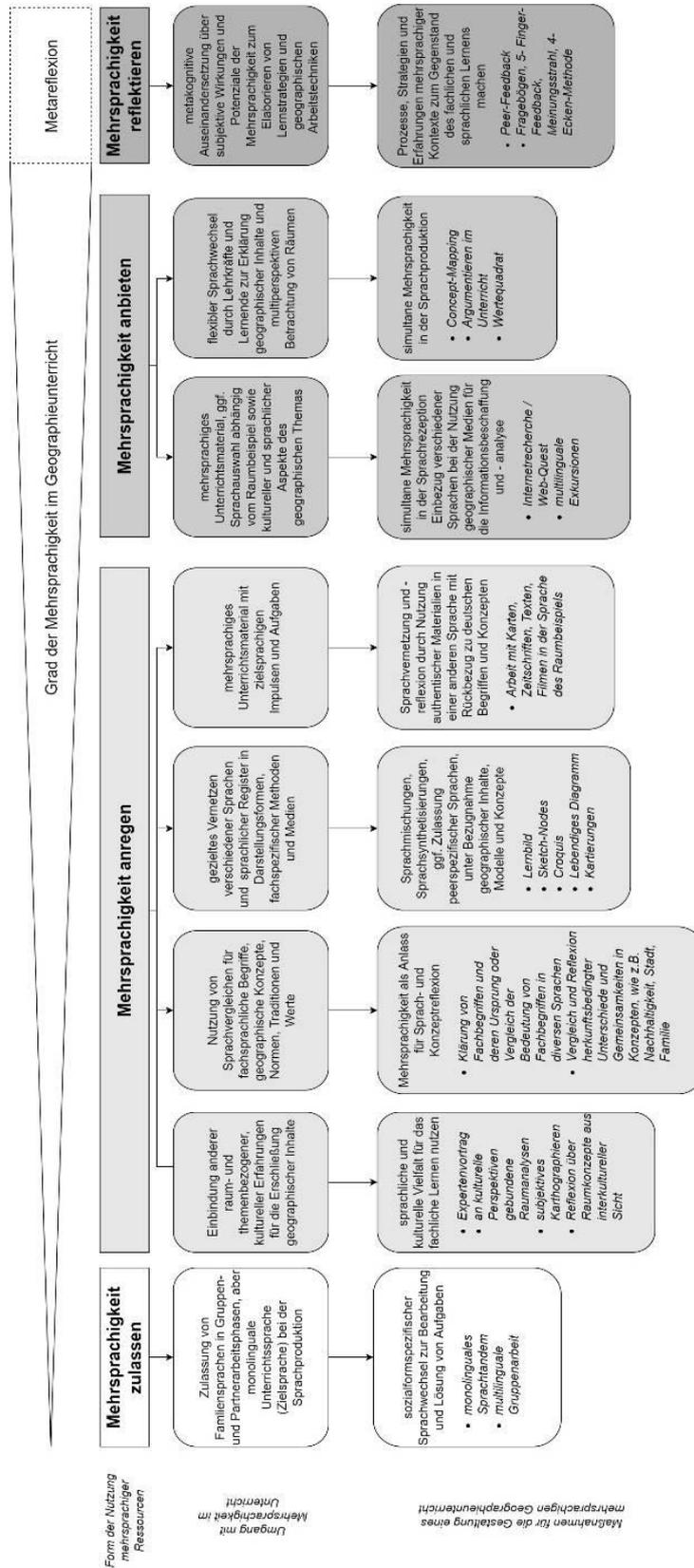
7.6.3 Konsequenzen für die Unterrichtspraxis: Mehrsprachigkeit

Mehrsprachigkeit eröffnet eine Vielzahl an Chancen für das fachliche und sprachliche Lernen (Prediger & Redder, 2020; Prediger & Şahin-Gür, 2020; Uribe & Prediger, 2021; Abbildung 37). Je nach Grad der Ausprägung und didaktischer Funktion können mehrsprachige Unterrichtssequenzen, ob mehrmündlich oder mehrschriftlich, sowohl bei der Sprachrezeption als auch bei der Sprachproduktion als binnendifferenzierende Unterstützungsmaßnahme dienen (Bredthauer, 2019).

Trotz des sehr unterschiedlichen Ausprägungsgrades mehrsprachiger Ressourcen und Kompetenzen bei Schüler*innen, verstärkt die Mehrsprachigkeit im Sinne erweiterter kognitiver, sprachlicher und kommunikativer Ressourcen den Prozess der inhaltlich und sprachlich kohärenten Bedeutungskonstruktion (vgl. Uribe & Prediger, 2021). Bei der Sprachrezeption, also beim Hören und Lesen, können mehrsprachige Ressourcen bei der inhaltlichen Erschließung fachlicher Inhalte im Geographieunterricht genutzt werden (Abbildung 37). Mehrsprachige Materialien aktivieren dabei verschiedene Sprachsysteme und sprachliche Ressourcen in Herkunfts- oder Zielsprache (Abbildung 37). Dies ermöglicht eine intensivere Informationserarbeitung und -verarbeitung sowie inhaltliche und sprachliche Ausdeutungsprozesse (siehe Teilstudie 2; Abbildung 36). Aufgaben, die Mehrsprachigkeit berücksichtigen, initiieren Kommunikationsanlässe zwischen Schüler*innen. Die erhöhte Interaktion ist besonders bei der Sprachproduktion, also beim Sprechen und Schreiben, ist (z.B. Sprachvergleiche). Mehrsprachige Handlungsprodukte können Gegenstand einer umfassenden inhaltlichen und sprachlichen (Meta-) Reflexion sein, vor allem wenn diese mit verständnissichernden zielsprachlichen Erschließungshilfen flankiert wird (Abbildung 37). Dies wiederum dient der Förderung der Sprachbewusstheit und der Entwicklung eines fachsprachlichen Registers aller Lernenden. Hierfür ist es wichtig, dass inhaltliches Wissen einerseits in der Zielsprache Deutsch reformuliert wird und andererseits Gegenstand der inhaltlich- sprachlichen Metareflexion ist (z.B. Sprachvergleiche).

Abbildung 37

Mehrsprachigkeit im Geographieunterricht (eigene Darstellung, verändert und ergänzt nach Prediger, Uribe & Kuzu, 2019 und Heuzeroth & Budke, 2020)



Mehrsprachigkeit erhöht die Qualität der Auseinandersetzung mit geographischen Lerninhalten (siehe Abbildung 36). Mehrsprachige Unterrichtssequenzen reduzieren die sprachlichen Barrieren beim Problemlösen im Rahmen der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen. Mehrsprachige Unterrichtssituationen erfordern jedoch aufgrund des „Mehr“ an Sprache auch ein „Mehr“ an Sprachreflexion, um die Potenziale und Ressourcen der Mehrsprachigkeit funktional für den Kompetenzerwerb im Geographieunterricht nutzen zu können. Insbesondere erhöht die Nutzung aller verfügbaren sprachlichen Ressourcen und der damit verbundenen mentalen Konzepte von Kausalität die inhaltliche Erschließung von Systemkomponenten sowie die kohärente Versprachlichung systemischer Prozesse, Strukturen und Funktionen (siehe Teilstudie 2).

Die Ergebnisse der zweiten Teilstudie zeigen auf, dass die funktional eingesetzte freie Sprachwahl oder die Nutzung von verschiedenen Sprachen in fachlich/ funktional passenden Unterrichtssequenzen das fachliche und fachsprachliche Lernen unterstützen, insbesondere bei der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen.

7.6.4 Konsequenzen für die Unterrichtspraxis - Metakognition

Neben sprachlichem Scaffolding und Mehrsprachigkeit haben auch Methoden, die metakognitive Strategien fördern, einen starken Effekt auf die Entwicklung von komplexen (multi-) kausalen geographischen Kausalstrukturen (vgl. Teilstudie 3). Sie erhöhen die thematische Passung und die inhaltlich-sprachliche Kohärenz und Richtigkeit versprachlichter geographischer Kausalstrukturen. Vereinfacht ausgedrückt sind metakognitive Methoden Unterstützungsmaßnahmen, die die kognitiven und strategischen Ressourcen des kausalen Wissens und Schließens strukturieren und unterstützen. Auf Grundlage der Ergebnisse der Teilstudien 1 und 2 wird deutlich, dass „Sprache“ und „Mehrsprachigkeit“ allein nicht genügen, um komplexe (multikausale) Kausalstrukturen zu entwickeln. Deshalb erscheint es von grundlegender Bedeutung für den Geographieunterricht, der Anwendung metakognitiver Methoden zur Förderung deklarativer und prozeduraler Metakognitionsprozesse mehr Beachtung zu schenken. Beide Dimensionen unterstützen die Schüler*innen sehr wirksam im Denken und im Versprachlichen komplexer Zusammenhänge in Mensch-Umwelt-Systemen.

Metakognitive Methoden für den Einsatz während des Problemlösungsprozesses unterstützen Schüler*innen bei der Aufrechterhaltung ihrer Aufmerksamkeit und Motivation und vermindern Situationen von Überforderung und Unsicherheit. Entsprechende Methoden sollen zudem eine Bewusstheit um das eigene Wissen und die eigenen Strategien für den Problemlösungsprozess aufrechterhalten und bei Schwierigkeiten Entlastung anbieten (z.B. Fragekarten, Darstellungswechsel durch andere Medien- und Materialangebote usw.). Metakognitive Methoden können zudem

Handlungskontrollstrategien (z.B. zirkuläres Denken) und Selbstregulationsmechanismen aktivieren (Brandstätter et al., 2018, 149). Metakognitive Methoden in Form von Reflexionsphasen werden, je nach Sichtweise, nach einem bereits erfolgten oder in Vorbereitung auf einen noch bevorstehenden Problemlösungsprozess eingesetzt. Ausgehend von der Bedeutung des Feedbacks (vgl. Drewitz, 2020; Greiff et al., 2015; Lu, 2013) für die Veränderung internaler Kausalmodelle und strategischer Problemlösungsheuristiken, ist ein Bewerten der Lösung und des Lösungsweges sehr wichtig für die Ausbildung einer „kausalbezogenen Metabewusstheit“. Inhaltlich erfolgt eine Analyse und Bewertung anhand der Anzahl der Elemente und Relationen, dem Vernetzungsgrad und der Repräsentation systemischer Eigenschaften. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, die unterschiedlichen Prinzipien von Kausalität im Geographieunterricht, d.h. Verursachung vs. Kausalprinzip, explizit und anhand der Arbeitsprodukte von Schüler*innen zu verdeutlichen. Kriterien für eine sprachliche Auswertung stellt das entwickelte Analysemodell (Abbildung 9) bereit. Anhand der einzelnen Schritte in der Matrix werden die sprachlichen Repräsentationen der jeweiligen Elemente (Fachwörter, raum-zeitliche Verben, Konjunktionen, Satzstruktur) geprüft. Hierdurch wird eine „kausale Sprachbewusstheit“ angeregt. Aus strategischer Sicht werden die angewandten Problemlösungsheuristiken hinsichtlich der Kriterien (a) Richtigkeit der Handlungsprodukte, (b) Effektivität der Arbeitsstrategie, (c) subjektiv wahrgenommene Schwierigkeiten und (d) Lösungsmöglichkeiten und Alternativen für zukünftige Problemaufgaben bewertet. Gerade das Überführen von erfolgreichen Heuristiken in Strategien spielt beim Aufbau metakognitiven Wissen eine zentrale Rolle. Hierdurch wird ein umfangreiches „Problemlösungsbewusstsein“ gefördert (Koch & Laske, 2014, 14-15).

Ziel der Geographiedidaktik bzw. geographiedidaktischer Forschung sollte es für die Zukunft sein, weitere Instrumente und Methoden zu entwickeln und diese hinsichtlich ihrer Wirksamkeit empirisch zu überprüfen. Je vielfältiger das Angebot an metakognitiven Methoden und Werkzeugen ist, desto wahrscheinlicher werden sie in der alltäglichen Unterrichtspraxis des Geographieunterrichts zur Anwendung kommen.

7.6.5 Neue Aufgabenstruktur im Geographieunterricht- Kreativität vs. Routinehandlungen

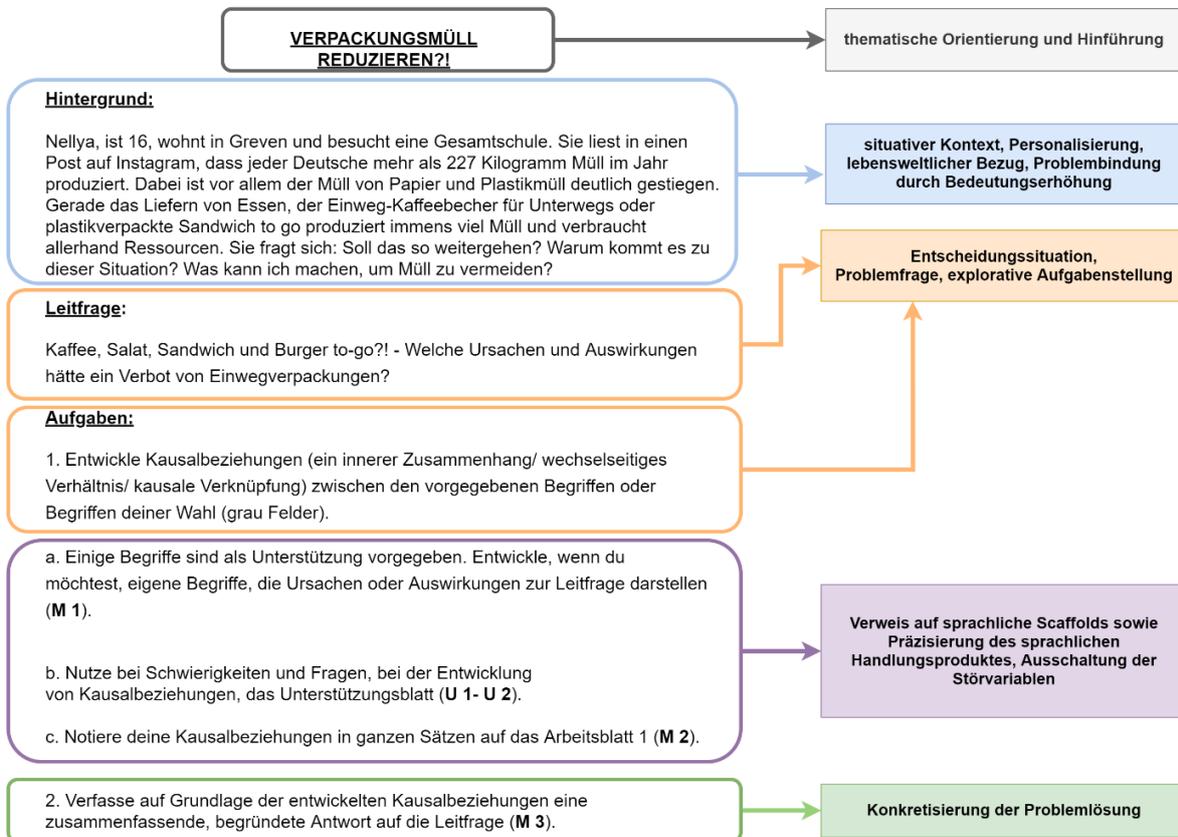
Eine besondere Rolle zur Förderung systemischer, multikausaler Denkkompetenzen erhält die Konstruktion von Lernaufgaben und die Gestaltung von Instruktionsphasen (vgl. auch Hemlo-Silver, 2004). Aufgabenstellungen sind Ausgangspunkt und Ergebnis einer Unterrichtskultur mit entsprechenden Lernaufgaben. Die Gestaltung von Lehr-Lehr-Prozessen verändert sich jedoch nur durch andere Formen der Leistungsmessung und -bewertung (Häcker, 2011, 80-83). Eine Schwierigkeit im Geographieunterricht in Deutschland sind die mit Blick auf die Abiturprüfungen eingesetzten

Aufgabenformate, die vorwiegend analytischen Problemlösungsaufgaben entsprechen. Diese verlangen den Schüler*innen entweder schematische Handlungen (Zuordnung von Problemen zu Problemkategorien) oder routinierte Handlungsskripte (routinemäßige, materialbasierte Analyse und Erörterung; Buchwald, 2015, 15-16) ab. Offene, komplexe Probleme (Dörner, 2000, 98-99) in Form von Gestaltungsaufgaben, in denen systemische Kompetenzen und metakognitive Denkmuster gefordert werden, fehlen jedoch weitestgehend. Lernaufgaben führen zu Kognitionsprozessen und daran anschließenden Formen der Informationsspeicherung im mentalen Lexikon. Auch aus (lern-)psychologischer, motivationaler oder volitiver Perspektive ist dies von besonderer Bedeutung. Eine Vereinfachung von Komplexität zu linearen geographischen Kausalstrukturen (eine bestimmte Ursache A hat eine bestimmte Wirkung B; *Reduktionsstrategie*) kann auch als Folge eines nicht bewussten, automatisierten und anstrengungsvermeidenden (Nach-)Denkens von Schüler*innen gedeutet werden (Kahneman, 2003, 2012; Pfister et al., 2017). Dementsprechend sollten bei der Entwicklung komplexer Denkmuster durch Schüler*innen Aufgaben eingesetzt werden, die durch motivierende, kreative, komplexe und heraus-, nicht aber überfordernde Aufgabenkonstruktionen eine umfassende kognitive, emotionale und volitionale Aktivierung der Schüler*innen bewirken (vgl. Johnson-Laird & Khemlani, 2017; Perales et al., 2017; Waldmann et al., 2006).

Auf Grundlage der Ergebnisse der einzelnen Studien könnte eine Modifikation bzw. Erweiterung der Aufgaben im Zentralabitur als finaler Gegenstand der Leistungsmessung und -bewertung einen großen Einfluss auf die Unterrichtskultur haben, insbesondere auf die zu vermittelnden komplexen systemischen Problemlösungskompetenzen seitens der Schüler*innen. Bislang erschwert eine weitgehend durch analytische Problembehandlung gekennzeichnete Aufgabenstruktur eine Modellierung internaler Kausalmodelle von Schüler*innen (Dörner, 2000; Waldmann et al., 2006). Um die mentalen Modelle und die Konzeptionalisierung von Kausalität zu verändern, gilt es, geographische Kausalstrukturen mit dem Ziel eines zunehmenden Systemkompetenzerwerbs in veränderter Art und Weise erfahrbar zu machen, nämlich verlangsamt, auf verschiedenen Maßstabsebenen, in verschiedenen Darstellungsformen und grafischen Repräsentationen, interaktiv, reflexiv und spielerisch (Hmelo-Silver et al., 2017; Mehren et al., 2014). Als klares Plädoyer in den Arbeiten von Drewitz (2020) ist außerdem der Einsatz „kausaler Kontextwechsel“ bei der Gestaltung „kausaler“ Lernaufgaben zu sehen. Hier sollte sowohl die Auseinandersetzung mit konfirmativen Erfahrungen vorkommen, also solchen, die vorhandene mentale Kausalkonzepte bestätigen, als auch der Umgang mit kontradiktorischen Erfahrungen, also solchen, die in Widerspruch zu bestehenden Kausalkonzepten stehen.

Abbildung 38

Aufgabenstruktur für komplexe Problemstellungen (eigene Darstellung, nach Heuzeroth & Budke, 2021b)



In Abbildung 38 ist ein explorativer, offener Aufgabentypus abgebildet. Es handelt sich um Lernaufgabe mit dem Ziel geographische Kausalstrukturen zum Thema „Auswirkungen des Verpackungsmülls“ zu entwickeln. Das Aufgabenverständnis soll durch eine sich wiederkehrende Struktur und die begrenzte Länge der Aufgaben sowie einer begrenzten informatischen Vielfalt reduziert werden. Die Überschrift gibt eine inhaltliche Orientierung und soll vorhandenes inhaltliches Vorwissen aktivieren. Die Herstellung eines situativen Kontextes durch Personalisierungen und lebensweltlichen Bezug soll neben der emotionalen und volitionalen Aktivierung, vor allem Interesse und Motivation der Schüler*innen erhöhen, und damit die Problembindung steigern. Begriffe wie „Kausalbeziehungen“ sind den Schüler*innen bekannt. Sollte dem nicht so sein sollten diese unmittelbar erklärt werden. Dies könnte durch die Bereitstellung von inhaltlich-sprachlichen Scaffoldingangeboten, z.B. Reformulierung der Aufgaben oder Verbildlichungen, unterstützt werden. Gleiches gilt für das Verständnis und das Wissen um weiter vorkommende Fachbegriffe. Zentral ist der Verweis auf weitere Hilfsangebote und Unterstützungsstrukturen („U 1“; Abbildung 38) sowie eine

abschließende Konkretisierung der erwünschten sprachlichen Form der Problemlösung. Strategische und inhaltliche Konkretisierungen erfolgen im jeweiligen Unterstützungsmaterial („U 2“; Abbildung 38)

7.7 Konsequenzen für die Lehrer*innenausbildung

Das Ergebnis Hatties (Hattie, 2012), dass die Lernwirksamkeit von Unterricht zu einem Großteil von den Verhaltensdispositionen der Lehrkräfte abhängt, lässt sich auch auf die Vermittlung von Kausalitätskonzepten übertragen. Gerade Motivation, Identifikation und fachliche Kompetenz der Lehrkräfte haben enorme Wirkung auf die Lernwirksamkeit systemischer Inhalte (vgl. Roth, 2009; Ossimitz, 2000). Auf die Vermittlung von geographischen Kausalbeziehungen bezogen bedeutet dies, dass die mentalen Konzepte von Kausalität (Mensch-Umwelt-Beziehungen) seitens der Lehrkräfte in wesentlichen Teilen die Vermittlung von Kausalität im Geographieunterricht bestimmen. Trotz vielfältiger Methoden oder Unterrichtsmaterialien (z.B. „Mysterys“; Meister, 2020) und in den letzten Jahren elaborierten Unterrichtsprinzipien (z.B. BNE; Bagoly-Simó, 2018; Haan, 2008) gilt es weiterhin die Expertise und das Verständnis von Geographielehrer*innen für systemische Zusammenhänge und die Beherrschung systemischer Werkzeuge, zu fördern (vgl. Ossimitz, 2000). Gerade auch, weil das Systemkonzept das Hauptbasiskonzept der Schulgeographie ist (Deutsche Gesellschaft für Geographie, 2020), sollte es mit all seinen Facetten viel stärker in der ersten und zweiten Ausbildungsphase von zukünftigem Lehrer*innen berücksichtigt werden. Dabei ist auch die Erweiterung internalisierter Kausalitätskonzepte (Johnson-Laird & Khemlani, 2017) seitens der zukünftigen Lehrkräfte im Rahmen von universitärer und schulpraktischer Ausbildung von hoher Bedeutung. Nur wer mit Kausalität und Kausalstrukturen im Geographieunterricht kompetent und systemisch umgehen kann, wird dieses Strategiewissen erfolgreich an die Schüler*innen weitergeben können.

Sprache ist eine wesentliche Ressource für die Erschließung fachlicher Inhalte. Fachsprache ist zentral für das Verständnis von Aufgaben oder das Erschließen geographischer Medien. Sprache hat zudem maßgeblichen Einfluss auf die Qualität der fachbezogenen Sprachproduktion im Geographieunterricht. Zukünftige Lehrkräfte sollten dementsprechend noch intensiver für die Potenziale des sprachbewussten Unterrichts sensibilisiert und zu dessen Umsetzung in der schulischen Praxis befähigt werden. Positiv ist die Implementierung der verpflichtenden Belegung des Moduls „Deutsch für Schüler*innen mit Zuwanderungsgeschichte“ im Rahmen der ersten Ausbildungsphase von zukünftigen Lehrkräften, an Universitäten in Nordrhein-Westfalen zu bewerten (Busse, 2020). Zudem erscheint es unter anderem dringend nötig, Kompetenzen im Bereich der Sprachdiagnostik und Sprachförderung stärker in der universitären Geographielehrer*innen zu berücksichtigen (Busse, 2020, 288). Zudem wäre es sinnvoll weitere Konzepte und Strategien sowie mittels Unterrichtsmaterialien für eine unterrichtsintegrierte Sprachförderung im Allgemeinen sowie für die sprachensible

Anbahnung von systemischen Denkkompetenzen im Speziellen zu konzipieren, um niedrigschwellige Angebote für Lehrer*innen zu Verfügung zu stellen.

Die im Rahmen dieser Dissertation entstandene Teilstudie 2 konnte zeigen, dass eine dringende Notwendigkeit besteht, Restriktionen und Potenziale im Zusammenhang mit Mehrsprachigkeit theoriefundiert zu thematisieren und Kompetenzen zur Entwicklung passgenauer Materialien bei Lehrkräften aufzubauen, um funktional sinnvolle Lehr-Lern-Settings zu entwickeln und zu elaborieren. Ein übergeordnetes Ziel sollte es sein, die Hemmnisse und Barrieren beim Einsatz mehrsprachiger Unterrichtssequenzen zu vermindern. All diese Maßnahmen können allerdings nur dann zielführend sein, wenn zumindest das Prinzip der sequenziellen Mehrsprachigkeit im Geographieunterricht eine schulstrukturelle und curriculare Anerkennung erfährt (Busse, 2019). Nur eine bildungspolitische Akzeptanz von Mehrsprachigkeit, mit substantieller Verankerung in den Kernlehrplänen (zumindest in der Sekundarstufe I) und der Operationalisierbarkeit durch entsprechende Kompetenzstandards, bietet die Basis für die Entwicklung eines schulstrukturellen Mehrsprachigkeitsbewusstseins. Ein Bewusstsein, das den „monolingualen Habitus“ (Gogolin, 2008, 30-34) an deutschen Schulen aufbrechen hilft und Mehrsprachigkeit als ein weiteres didaktisches Prinzip und methodisches Werkzeug zur Vermittlung geographischer Inhalte begreift (vgl. Budke & Maier, 2019). Für diese Veränderung bedarf es einer positiven Akzeptanz von Mehrsprachigkeit in der Institution Schule und aller beteiligten Akteure (vgl. Krohmer, 2021, 140-144). Grundlegend gilt es, Vorbehalte und Ängste abzubauen, eine positive Grundeinstellung und ein Verständnis von Mehrsprachigkeit als bereichernde Innovation für den Fachunterricht in Schule aufzubauen (Budke & Maier, 2019, 37). Hier gilt es im Bereich der geographiedidaktischen Diskurse zuvorderst theoriefundiert Konzepte sowie Prinzipien des Einsatzes von Mehrsprachigkeit und damit einhergehende Förder- und Nutzungsmöglichkeiten zu entwickeln, die dann in der ersten und zweiten Phase der Lehrer*innenausbildung vermitteln werden.

Im Bereich der Metakognition gilt ebenso, dass nur eine Selbst-Bewusstheit seitens der Studierenden um die eigenen Kognitions- und Strategieanwendungen eine schülerorientierte und differenzierende Vermittlung in der späteren Schulwirklichkeit ermöglicht. Vor allem in der pädagogischen Psychologie, aber auch in der geographiedidaktischen Ausbildung, sollten Aspekte des „Metagedächtnisses“ und der „Metastrategien“ ein „normaler Teil“ von Lehrveranstaltungen werden, ähnlich wie dies im schulischen Geographieunterricht bereits Gang und Gäbe ist (Kreft & Vogt, 2006, 66-67). Metakompetenz oder Metabewusstheit sind dabei kein Ergebnis eines singulären, anstrengenden Denkprozesses oder punktueller Reflexionsphasen, sondern sich langfristig wiederholende Prozesse im Laufe der einzelnen Ausbildungsphasen. Gerade in der universitären

Ausbildung sollten Werkzeuge und Methoden vermittelt werden, um metakognitive Prozesse im Unterricht initiieren zu können. Insbesondere im Bereich Gesprächsführung und Moderation bedarf es einer hohen Sensibilität für Fragenimpulse und die Gestaltung entsprechender Phasen. Eine „didaktische Bewusstheit“ für die langfristigen Potenziale metakognitiver Ressourcen im Geographieunterricht bildet sich in erster Linie durch die konstante Anwendung bestehender Methoden und die damit einhergehende iterative Reflexion ihres Einsatzortes, ihrer Wirkung auf das Lernen adaptierbarer Schwierigkeiten bei der Durchführung sowie bedarfsgerechter Anpassungsmöglichkeiten.

7.8 Konsequenzen für die Forschung

Die Validierung der Bestandteile geographischer Kausalstrukturen und die Ausschärfung geographischer Kausalität wären wichtige Schritte für zukünftige Forschungsvorhaben. Wie können die unterschiedlichen Kausalitätsformen und deren Relationen noch besser im Unterricht sichtbar werden und wie kann ein höheres Verständnis dieser Relationen ermöglicht werden? Welche Methoden braucht es und wie könnte ein mögliches Konzept des kausalitätssensiblen Unterrichts aussehen?

Eine Frage, die im Rahmen des Forschungsprozesses wiederholt aufkam, betraf die Strategien der Schüler*innen zur (De-)Konstruktion von Komplexität. Nach Ansicht des Autors spielen gerade Reduktionsstrategien eine wesentliche Rolle für einen erfolgreichen Konstruktions- und Versprachlichungsprozess. Der Zusammenhang zwischen kompetenter Reduktion systemischer Komplexität anhand problembezogener Kriterien und mittels systemischer Denk- und Handlungskompetenzen ist jedoch ebenso wenig ausreichend geklärt, wie die konkreten inhaltlichen Strategien, die Schüler*innen bei der Konstruktion von geographischen Kausalstrukturen anwenden. Weitere Untersuchungen in diese Richtung scheinen angezeigt, um die kognitiven und strategischen Variablen besser verstehen zu können. Tiefere Einsichten in diese Variablen könnten die Entwicklung und den zielgerichteten Einsatz weiterer Förder- und Förderinstrumente erheblich erleichtern. In diesem Zusammenhang wäre es ebenso wichtig zu klären, wie der Weg von einzelnen Kausalstrukturen zu komplexen systemischen Beziehungsgefügen didaktisch sinnvoll gestaltet werden müsste.

Das in der Dissertation vorgestellte Modell der Einsatzmöglichkeiten von Mehrsprachigkeit ist ein erster Beitrag und Vorstoß in der Geographiedidaktik. Das Thema Mehrsprachigkeit und ihre Didaktisierung ist oftmals an den (Fremd-) Sprachenerwerb angebunden. Dort entwickelte Ansätze, Unterrichtsprinzipien und Methoden werden häufig entlehnt und ungefiltert in den Geographieunterricht übertragen. Allerdings wäre es von zentraler Bedeutung zu erfahren, ob es genuin geographische Ressourcen mehrsprachiger Schüler*innen gibt und ob besonders funktionale didaktische Einsatzorte sequenzieller oder vollumfänglicher Mehrsprachigkeit im

Geographieunterricht existieren. Mit Blick auf die Unterrichtspraxis fehlt es an mehrsprachig angelegten Methoden und Materialien zur Nutzung mehrsprachiger Ressourcen im Geographieunterricht. Auch hier wären weitere empirische Forschungen elementar. Schließlich wäre eine Diskussion darüber anzustreben, welchen Beitrag das Fach Geographie zu einer potentiellen mehrsprachigen Schulentwicklung leisten kann.

Weitere aus der Dissertation entstandene zukünftige Forschungsaspekte betreffen eine Erweiterung metakognitiver Denkinstrumente für den Geographieunterricht, vor allem solcher, die sprachliche Heterogenität und individuelle Lerntypen stärker berücksichtigen. Vielversprechend scheint die Entwicklung eines „metakognitiven Baukastens“, der auf Grundlage empirischer Befunde grundlegende Prinzipien, vielfältige Methoden und praxisnahe Materialien für den Einsatz metakognitiver Strategien in Einstiegs-, Erarbeitungs- und Sicherungsphasen im Geographieunterricht bereitstellt.

7.9 Fazit: Der Einfluss von Sprache auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Auf Grundlage der vorangegangenen Diskussion, der im Rahmen dieser Dissertation entstandenen empirischen Forschungsergebnisse, kann zu der übergeordneten Fragestellung, welchen Einfluss Sprache auf die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen nimmt, folgendes Fazit gezogen werden:

Sprachliche Scaffolds vermindern die inhaltlichen Barrieren bei der Analyse und Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen, indem sie die Herausbildung einer fachbezogenen Sprachbewusstheit fördern. Eine ausgeprägte Sprachbewusstheit erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass geographische Inhalte sowohl fachwissenschaftlich als auch sprachlich korrekt wiedergegeben werden. Mehrsprachige Ressourcen fördern, aufgrund der mit den Einzelsprachen in Verbindung stehenden metasprachlichen und kognitiven Fähigkeiten, die inhaltlich-sprachliche Kohärenz und erhöhen den Umfang entwickelter geographischer Kausalstrukturen sowie deren thematische Passung. Sprachbewusstheit und mehrsprachige Ressourcen unterstützen Schüler*innen jedoch nur eingeschränkt, wenn es darum geht, einen komplexen Problemlösungsprozess zu durchlaufen, der die Entwicklung komplexer (multikausaler) geographischer Kausalstrukturen zum Ziel hat. Auch die Entwicklung systemverändernder Interventionen und Handlungsoptionen, im Sinne einer raumbezogenen Handlungskompetenz, wird durch die beschriebenen Maßnahmen nur bedingt gefördert. Hierzu bedarf es einer strategischeren Unterstützung, über die das bestehende inhaltliche, sprachliche und strategische Wissen und Können der Schüler*innen aktiviert und für das komplexe Problemlösen nutzbar gemacht wird, sodass komplexe geographische Kausalstrukturen entwickelt werden konnten. Ein brauchbares Instrument, welches Unterstützungsstrukturen in den genannten Dimensionen zur Verfügung stellt sind metakognitive Methoden. Der Einsatz metakognitiver

Methoden im Geographieunterricht zur Förderung metakognitiver Ressourcen im Bereich des sprachlich-inhaltlichen und strategisch-deklarativen Wissens, in Verbindung mit der Entwicklung problemlösungsbezogener prozeduraler Metastrategien, scheint ein vielversprechendes didaktisches Prinzip für die Entwicklung systemischer Denkkompetenzen höherer Ordnung zu sein.

8 Literatur für die Kapitel 1, 2,3 und 7

- Allemann-Ghionda, C., Stanat, P., Göbel, K., & Röhner, C. (2010). Migration, Identität, Sprache und Bildungserfolg –Einleitung zum Themenschwerpunkt. In C. Allemann-Ghionda (Hrsg.), *Migration, Identität, Sprache und Bildungserfolg: 55. Beiheft* (S. 7–16). Beltz.
- Arndt, H. (2017). Systemisches Denken im Fachunterricht. In H. Arndt (Hrsg.), *FAU Lehren und Lernen: Band 2. Systemisches Denken im Fachunterricht* (S. 9–25). FAU University Press.
- Asmuth, C. (2008). Kausalität. In P. Prechtel & F.-P. Burkard (Hrsg.), *Metzler Lexikon Philosophie* (3. Aufl., S. 290). J.B. Metzler.
- Auer, P. (2009). Competence in performance: Code-switching und andere Formen bilingualen Sprechens. In I. Gogolin & U. Neumann (Hrsg.), *Streitfall Zweisprachigkeit - the bilingualism controversy* (S. 91–110). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung. (2018). *Bildung in Deutschland 2018: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration*. Wbv. <http://dx.doi.org/10.3278/6001820fw>
- Bagoly-Simó, P. (2018). Bildung für nachhaltige Entwicklung und geographische Bildung: Nationale und internationale Perspektiven. *Geographische Rundschau* (10), 10–15.
- Bär, M. (2009). *Förderung von Mehrsprachigkeit und Lernkompetenz: Fallstudien zu Interkomprehensionsunterricht mit Schülern der Klassen 8 bis 10*. [Dissertation, Universität Gießen]. *Giessener Beiträge zur Fremdsprachendidaktik*. Narr.
- Barth, C. B. (2010). *Kompetentes Diagnostizieren von Lernvoraussetzungen in Unterrichtssituationen: Eine theoretische Betrachtung zur Identifikation bedeutsamer Voraussetzungen* [Dissertation, Pädagogische Hochschule Weingarten]. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:747-opus-700>.
- Batzri, O., Ben Zvi Assaraf, O., Cohen, C., & Orion, N. (2015). Understanding the Earth Systems: Expressions of Dynamic and Cyclic Thinking Among University Students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 761–775. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9562-8>
- Beller, S., & Bender, A. (2010). *Allgemeine Psychologie - Denken und Sprache*. Hogrefe Verlag.
- Beller, S., Bender, A., & Waldmann, M. (2017a). Diversity and Universality in causal Cognition. In S. Beller, A. Bender & M. R. Waldmann (Hrsg.), *Diversity and Universality in Causal Cognition* (S. 2–3). Frontiers Media SA.
- Beller, S., Bender, A., & Waldmann, M. (2017b). Editorial: Diversity and Universality in Causal Cognition. In S. Beller, A. Bender & M. R. Waldmann (Hrsg.), *Diversity and Universality in Causal Cognition* (S. 6–8). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01767>

- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2009). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 540-563. <https://doi.org/10.1002/tea.20351>
- Betsch, T., Funke, J., & Plessner, H. (2011). *Denken-Urteilen, Entscheiden, Problemlösen: Allgemeine Psychologie für Bachelor. Allgemeine Psychologie für Bachelor*. Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12474-7>
- Beyer, R., & Gerlach, R. (2018). *Sprache und Denken*. Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-17488-0>
- Bialystok, E. (2003). *Bilingualism in Development: Language, Literacy, and Cognition*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511605963>
- Blasius, J., & Baur, N. (2019). Multivariate Datenstrukturen. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 997–1016). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_103
- Blomberg, J., & Jessen, M. (2018). Einführung in die kognitive Linguistik. In M. Jessen, J. Blomberg & J. Roche (Hrsg.), *Kompendium DaF/DaZ: Band 2. Kognitive Linguistik* (S. 17–42). Narr Francke Attempto.
- Blühdorn, H. (2006). Kausale Satzverknüpfungen im Deutschen. *Pandaemonium Germanicum* (10), 253–282. <https://doi.org/10.11606/1982-8837.pg.2006.74487>
- Bollmann-Zuberbühler, B., Frischknecht-Tobler, U., Kunz, P., Nagel, U., & Wilhelm-Hamiti, S. (2010). *Systemdenken fördern: Systemtraining und Unterrichtsreihen zum vernetzten Denken: 1. - 9. Schuljahr. Impulse zur Unterrichtsentwicklung*. Schulverlag Plus.
- Boroditsky, L. (2011). How language shapes thought. *Scientific American*, 304(2), 62–65. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0211-62>
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (5. vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-10031-8>
- Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Springer-Lehrbuch. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0>
- Bot, K. de. (2018). Dynamische Modellierung von Spracherwerb. In J. Roche & E. Terrasi-Haufe (Hrsg.), *Kompendium DaF/DaZ: Band 4. Mehrsprachigkeit und Spracherwerb* (S. 131–159). Narr Francke Attempto.
- Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2018). *Motivation und Emotion*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56685-5>
- Bredella, L. (2010). Interkulturelles Lernen. In C. Surkamp (Hrsg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 123–126). J.B. Metzler.

- Bredthauer, S. (2018). Mehrsprachigkeitsdidaktik an deutschen Schulen – eine Zwischenbilanz. *DDS – Die Deutsche Schule*, 110(3), 275–286. <https://doi.org/10.31244/dds.2018.03.08>
- Bredthauer, S. (2019). Sprachvergleiche als multilinguale Scaffolding-Strategie. *Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht*, 24(1), 127–143.
- Breindl, E. & Walter, M. (2009). Der Ausdruck von Kausalität im Deutschen: Eine korpusbasierte Studie zum Zusammenspiel von Konnektoren, Kontextmerkmalen und Diskursrelationen, 38. Institut für Deutsche Sprache.
- Brockmüller, S., & Siegmund, A. (2020). Erfassung und Entwicklung von Systemkompetenz – Empirische Befunde zu Kompetenzstruktur und Förderbarkeit durch den Einsatz analoger und digitaler Modelle. *Journal of Geography Education*, 48(1), 31–49. <https://doi.org/10.18452/21389>
- Brooks, C. (2016). Scaffolding im Geographieunterricht. In A. Uhlenwinkel (Hrsg.), *Essays zur Didaktik der Geographie* (S. 49–54). Universitätsverlag Potsdam.
- Brown, A. L., & De Loache, J. S. (1978). Skills, plans and self-regulation. In R. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops* (S. 3–35). Erlbaum.
- Buchwald, F. (2015). *Analytisches Problemlösen: Labor- und feldexperimentelle Untersuchung von Aspekten der kognitiven Potenzialausschöpfungshypothese* [Dissertation, Universität Duisburg Essen]. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:464-20150331-144728-9>.
- Budke, A. (2013). Einstiege. In Manfred Rolfes & Anke Uhlenwinkel (Hrsg.), *Potsdamer Geographische Praxis: Bd. 6. Essays zur Didaktik der Geographie* (S. 21–30). Universitätsverlag Potsdam.
- Budke, A., & Kuckuck, M. (2017). Sprache im Geographieunterricht. In A. Budke & M. Kuckuck (Hrsg.), *Sprache im Geographieunterricht: Bilinguale und sprachensible Materialien und Methoden* (S. 7–35). Waxmann.
- Budke, A., & Maier, V. (2019). Multilingualität in Schule und Hochschule – Erfahrungen und Vorstellungen von Studierenden im Lehramt Geographie. *GW-Unterricht*, 1, 30–40. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht156s30>
- Budke, A., & Weiss, G. (2017). Sprachsensibler Geographieunterricht. In M. Michalak (Hrsg.), *Sprache als Lernmedium im Fachunterricht: Theorien und Modelle für das sprachbewusste Lehren und Lernen* (2. Aufl., S. 113–132). Schneider Verlag Hohengehren.
- Buehner, M. J., & Cheng, P. W. (2005). Causal Learning. In Keith J. Holyoak and Robert G. Morrison (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (S. 143–168). Cambridge University Press.
- Bunge, M. (2009). *Causality and modern science* (4th rev. ed.). Transaction Publishers.

- Busse, V. (2019). Umgang mit Mehrsprachigkeit im Unterricht: Ein Überblick. *Lernende Schule* (86), 4–5.
- Busse, V. (2020). Qualifizierung von Lehramtsstudierenden zum Umgang mit Mehrsprachigkeit. In I. Gogolin, A. Hansen, P. Leseman, S. McMonagle & D. Rauch (Hrsg.), *Handbuch Mehrsprachigkeit und Bildung* (1. Aufl., S. 287–292). Springer Fachmedien.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-20285-9_42
- Büttner, P. (2014). *Kausales Schließen in komplexen Systemen: Der Einfluss von Kausalwissen auf menschliches Problemlösen* [Dissertation, Technische Universität Berlin].
https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/4398/2/buettner_philippe.pdf
- Chamot, A. U. (2004). Issues in Language Learning Strategy Research and Teaching. *Electronic Journal of Foreign Language Teaching*, 1(1), 14–26.
- Cook, V. J. (1992). Evidence for Multicompetence. *Language Learning*, 42(4), 557–591.
- Conrad, D., Koch, C., & Laske, J. (2012). Problemlösen im Geographieunterricht. Anwendung komplexer Strategien auf unbekanntem Terrain. *Praxis Geographie*, 42(12), 28–31.
- Conrad, D. (2014). *Erfahrungsbasiertes Verstehen geowissenschaftlicher Phänomene: eine didaktische Rekonstruktion des Systems Plattentektonik*. [Dissertation, Universität Bayreuth]
<https://epub.uni-bayreuth.de/1716/>
- Cummins, J. (1979). Cognitive/academic language proficiency, linguistic interdependence, the optimum age question and some other matters. *Working Papers on Bilingualism*(19), 121–129.
- Dahrendorf, R. (1964). Homo Sociologicus. In R. Dahrendorf (Hrsg.), *Uni-Taschenbücher. Homo Sociologicus: Ein Versuch zur Geschichte, Bedeutung und Kritik der Kategorie der sozialen Rolle* (S. 13–96). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-322-85721-7_1
- Davidson, J. E., Deuser, R., & Sternberg, R. J. (1996). The Role of Metacognition in Problem Solving. In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Hrsg.), *Metacognition: Knowing about knowing* (S. 207–226). MIT Press.
- Deutsche Gesellschaft für Geographie. (2020). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss: mit Aufgabenbeispielen* (10., aktualisierte und überarbeitete Auflage). Selbstverlag.
- Dieckmann, J. (2004). *Luhmann-Lehrbuch. UTB Soziologie: Bd. 2486*. Fink.
- Dittrich, S. (2016). *Argumentieren als Methode zur Problemlösung: Eine Unterrichtsstudie zur mündlichen Argumentation von Schülerinnen und Schülern in kooperativen Settings im*

- Geographieunterricht*. [Dissertation, Universität zu Köln]. *Geographiedidaktische Forschungen: Bd. 65*. Münsterscher Verlag für Wissenschaft.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dörner, D. (2000). *Die Logik des Mißlingens.: Strategisches Denken in komplexen Situationen* (13. Auflage). Rowohlt.
- Dostál, J. (2015). Theory of Problem Solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.970>
- Drewitz, U. (2020). *Erwerb und Anwendung kausalen Wissens - Der Einfluss kausaler Kontextwechsel auf die Sicherheit von Vorhersagen und die Geschwindigkeit von Reaktionen* [Dissertation, Technische Universität Berlin]. <https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/10970>
- Dunlosky, J., Mueller, M. L., Morehead, K., Tauber, S. K., Thiede, K. W., & Metcalfe, J. (2021). Why does excellent monitoring accuracy not always produce gains in memory performance? *Zeitschrift für Psychologie*, 229(2), 104–119. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000441>
- Dunn, A. L., & Fox, J. E. (2014). More on language mode. *International Journal of Bilingualism*, 18(6), 605–613. <https://doi.org/10.1177/1367006912454509>
- Edelmann, W., & Wittmann, S. (2019). *Lernpsychologie* (8. Auflage). Beltz.
- Ehret, C. (2017). *Mathematisches Schreiben*. Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-18402-5>
- Eichmann, B., Goldhammer, F., Greiff, S., Pucite, L., & Naumann, J. (2019). The role of planning in complex problem solving. *Computers & Education*, 128, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.004>
- Evans, V. (2012). Cognitive linguistics. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive science*, 3(2), 129–141. <https://doi.org/10.1002/wcs.1163>
- Evans, V., & Green, M. (2006). *Cognitive linguistics: An introduction*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Finkbeiner, C., & White, J. (2017). Language Awareness and Multilingualism: A Historical Overview. In J. Cenoz, D. Gorter & S. May (Hrsg.), *Language Awareness and Multilingualism* (S. 3–18). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02240-6_1
- Finley, F. N., Nam, Y., & Oughton, J. (2011). Earth systems science: An analytic framework. *Science Education*, 95(6), 1066–1085. <https://doi.org/10.1002/sce.20445>
- Fischer, A., Greiff, S., & Funke, J. (2012). The Process of Solving Complex Problems. *The Journal of Problem Solving*, 4(1). <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1118>

- Flavell, J. H. (1979). Metacognition und Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive—
Developmental Inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911.
- Flavell, J. H., Friedrichs, A. G., & Hoyt, J. D. (1970). Developmental changes in memorization
processes. *Cognitive Psychology*, 1(4), 324–340. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(70\)90019-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(70)90019-8)
- Fögele, J. (2018). Lehrertypen im Umgang mit geographischen Basiskonzepten. Rekonstruktion
professioneller Überzeugungen von Geographielehrkräften. *Journal of Geography Education*,
46(1), 3–32. <https://doi.org/10.18452/22467>
- Fögele, J., Mehren, R., & Rempfler, A. (2020). Tipping Points – Schlüssel zum tiefgründigen
Verständnis komplexer dynamischer Systeme bei Lernenden? *Journal of Geography
Education*, 48(3), 83–100. <https://doi.org/10.18452/22030>
- Fothergill, A. (Regie). (2008). *Planet Erde- Wüstenwelten* [Dokumentation]. BBC.
- Franceschini, R. (2011). Multilingualism and Multicompetence: A Conceptual View. *The Modern
Language Journal*, 95(3), 344–355. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.2011.01202.x>
- Fridrich, C. (2015). Kompetenzorientiertes Lernen mit Mysterys – didaktisches Potenzial und
methodische Umsetzung eines ergebnisoffenen Lernarrangements. *GW- Unterricht*, 140, 50–
62.
- Funke, J. (2012). Complex Problem Solving. In N. M. Seel (Hrsg.), *Encyclopedia of the sciences of
learning* (S. 682–685). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_685
- Fürstenau, S. (2011). Mehrsprachigkeit als Voraussetzung und Ziel schulischer Bildung. In S.
Fürstenau & M. Gomolla (Hrsg.), *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit* (1.
Aufl., S. 25–50). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Garibova, J. (2018). Mehrsprachigkeit. Historische und kommunikative Aspekte. In J. Roche & E.
Terrasi-Haufe (Hrsg.), *Kompendium DaF/DaZ: Band 4. Mehrsprachigkeit und Spracherwerb*
(S. 29–39). Narr Francke Attempto.
- Gibbons, P. (2015). *Scaffolding Language Scaffolding Learning: Teaching English Language Learners
in the Mainstream Classroom* (2nd., Edition). Heinemann.
- Gick, M. L. (1986). Problem-Solving Strategies. *Educational Psychologist*, 21(1-2), 99–120.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1986.9653026>
- Gilissen, M. G. R., Knippels, M.-C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2020). Bringing systems thinking into
the classroom. *International Journal of Science Education*, 42(8), 1253–1280.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1755741>

- Glaab, T. (2020). *Language Awareness. Erläuterungen zum Bedeutungsumfang des Begriffes im Kontext sprachsensiblen Arbeitens*. In Sprache im Fach. München; Eichstätt. Aufgerufen am 15.03.2021 unter <https://epub.ub.uni-muenchen.de/70223/>.
<https://doi.org/10.5282/ubm/epub.70223>
- Glazewski, K. D., & Hmelo-Silver, C. (2019). Scaffolding and supporting use of information for ambitious learning practices. *Information and Learning Sciences*, 120(1/2), 39–58.
<https://doi.org/10.1108/ILS-08-2018-0087>
- Gleitman, L., & Papafragou, A. (2005). Language and Thought. In Keith J. Holyoak and Robert G. Morrison (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (S. 633–662). Cambridge University Press.
- Gnutzmann, C. (2010). Bewusstheit/ Bewusstmachung. In C. Surkamp (Hrsg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 16–17). J.B. Metzler. <https://doi.org/10.1007/978-3-476-04474-7>
- Gogolin, I. (2008). *Der monolinguale Habitus der multilingualen Schule*. (2. Aufl.). *Internationale Hochschulschriften: Bd. 101*. Waxmann.
- Gogolin, I. (2013). Mehrsprachigkeit. In I. Gogolin, H. Kuper, H.-H. Krüger & J. Baumert (Hrsg.), *Stichwort: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (S. 339–362). Springer VS.
- Gogolin, I., Hansen, A., Leseman, P., McMonagle, S., & Rauch, D. (Hrsg.). (2020). *Handbuch Mehrsprachigkeit und Bildung* (1. Auflage 2020). Springer Fachmedien.
- Gombert, E. (1992). *Metalinguistic Development*. Harvester Wheatsheaf.
- Grassinger, U. (2018). *Metaphern im Diskurs um den Klimawandel: Wie Sprache den Zugriff auf Kontrolle verspricht* [Dissertation, Europa- Universität Flensburg].
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat08298a&AN=euf.1027656676&lang=de&site=eds-live>
- Greiff, S., Fischer, A., Stadler, M., & Wüstenberg, S. (2015). Assessing complex problem-solving skills with multiple complex systems. *Thinking & Reasoning*, 21(3), 356–382.
<https://doi.org/10.1080/13546783.2014.989263>
- Grosjean, F. (2013). Bilingual and Monolingual Language Modes. In C. Chapelle (Hrsg.), *The encyclopedia of applied linguistics* (S. 1–9). Wiley-Blackwell; John Wiley.
- Gruber, H., Scheumann, M., & Krauss, S. (2019). Problem und Expertiseerwerb. In D. Urhahne, M. Dresel & F. Fischer (Hrsg.), *Psychologie für den Lehrberuf* (54-65). Springer Berlin.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-55754-9_3
- Haan, G. de. (2008). Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In I. Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige*

- Entwicklung: Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde* (1. Aufl., S. 23–43). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90832-8_4
- Häcker, T. H. (2011). *Portfolio: ein Entwicklungsinstrument für selbstbestimmtes Lernen: Eine explorative Studie zur Arbeit mit Portfolios in der Sekundarstufe I* (3. Aufl.). *Schul- und Unterrichtsforschung: Bd. 3*. Schneider Verlag Hohengehren.
- Harley, T. A. (2014). *The psychology of language: From data to theory* (4. ed.). Psychology Press.
- Hasselhorn, M. (1992). Metakognition und Lernen. In G. Nold (Hrsg.), *Tübinger Beiträge zur Linguistik: Bd. 366. Lernbedingungen und Lernstrategien: welche Rolle spielen kognitive Verstehtensstrukturen?* (S. 35–61). Narr.
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2013). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren* (3. Aufl.). *Standards Psychologie*. Verlag W. Kohlhammer.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Haukas, A. (2018). Metacognition in Language.: Learning and Teaching. In H. Åsta, C. Bjørke & M. Dypedahl (Ed.), *Metacognition in Language Learning and Teaching*. Routledge.
- Hemlo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Herdina, P., & Jessner, U. (2002). *A dynamic model of multilingualism: Perspectives of change in psycholinguistics*. Multilingual Matters.
- Heuzeroth, J. (2018). An, auf, neben, hinter, über dem großen Berg?! Scaffoldingstechniken als ein Beispiel zur Bewältigung sprachlicher Heterogenität. *geographie heute*, 31(340), 39–43.
- Heuzeroth, J. (2020). Die Arbeit mit Karten im fachsensiblen Sprachunterricht.: Vom Punkt, vom Strich, von der Farbe zu Wissen und komplexen Erkenntnissen. In J. Scholz, M. Wassermann & J. Zahn (Hrsg.), *DaZ-Unterricht an Schulen: Didaktische Grundlagen und methodische Zugänge* (343-364). Peter Lang.
- Heuzeroth, J., & Budke, A. (2020). The Effects of Multilinguality on the Development of Causal Speech Acts in the Geography Classroom. *Education Sciences*, 10(11), 1–24. <https://doi.org/10.3390/educsci10110299>
- Heuzeroth, J., & Budke, A. (2021a). Formulierung von fachlichen Beziehungen- Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Versprachlichung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht. *Journal of Geography Education*, 49(1), 14–31.
- Heuzeroth, J., & Budke, A. (2021b). Metacognitive Strategies for Developing Complex Geographical Causal Structures—An Interventional Study in the Geography Classroom. *European Journal of*

- Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(2), 382–404.
<https://doi.org/10.3390/ejihpe11020029>
- Heuzeroth, J. & Budke, A. (o. J.). Inhaltliche und sprachliche Scaffoldingtechniken für die Entwicklung und Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen durch Schüler*innen- Ein Beitrag zur Förderung des systemischen Denkens im Geographieunterricht. GW-Unterricht. [Manuskript zur Veröffentlichung eingereicht]
- Heuzeroth, J., & Scholz, J. (2020). Buchstabensuppe, Schildersalat, Straßenkauerwelsch?! - Mit Realbegegnungen Fachsprache lernen. *geographie heute*, 32 (348), 44–47.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hmelo-Silver, C., & Azevedo, R. (2006). Understanding Complex Systems: Some Core Challenges. *Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 53–61. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_7
- Hmelo-Silver, C., Jordan, R., Eberbach, C., & Sinha, S. (2017). Systems learning with a conceptual representation: a quasi-experimental study. *Instructional Science*, 45(1), 53–72.
<https://doi.org/10.1007/s11251-016-9392-y>
- Hoberg, U., & Hoberg, R. (2016). *Duden, Deutsche Grammatik* (2. Aufl.). *Duden pur: Bd. 4*. Dudenverlag.
- Hu, A. (2010). Mehrsprachigkeit. In C. Surkamp (Hrsg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 214–215). J.B. Metzler.
- Hummel, D., Jahn, T., Keil, F., Liehr, S., & Stieß, I. (2017). Social Ecology as Critical, Transdisciplinary Science—Conceptualizing, Analyzing and Shaping Societal Relations to Nature. *Sustainability*, 9(7), 1050. <https://doi.org/10.3390/su9071050>
- Hurrelmann, K., & Bauer, U. (2015). *Einführung in die Sozialisationstheorie: Das Modell der produktiven Realitätsverarbeitung* (11. Aufl.). *Pädagogik*. Beltz.
- Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex Systems in Education: Scientific and Educational Importance and Implications for the Learning Sciences. *The journal of learning Science*, 15(1), 11–34. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_4
- James, C., & Garrett, P. (1991). *Language Awareness in the Classroom*. Longman.
- James, C., Garrett, P., & Candlin, C. N. (Hrsg.). (2014). *Applied Linguistics and Language Study. Language Awareness in the Classroom*. Taylor and Francis.
- Jessner, U. (2006). *Linguistic awareness in multilinguals: English as a third language*. Edinburgh University Press. <https://doi.org/10.3366/j.ctt1r27nr>

- Jessner, U. (2017). Language Awareness in Multilinguals: Theoretical Trends. In J. Cenoz, D. Gorter & S. May (Hrsg.), *Language Awareness and Multilingualism* (S. 19–30). Springer International Publishing.
- Jessner, U. (2018). Metacognition in Multilingual Learning. In H. Åsta, C. Bjørke & M. Dypedahl (Hrsg.), *Metacognition in Language Learning and Teaching* (S. 31–47). Routledge.
- Jessner, U., & Allgauer-Hackl, E. (2015). Mehrsprachigkeit aus einer dynamisch-komplexen Sicht oder warum sind Mehrsprachige nicht einsprachig in mehrfacher Ausführung? In E. Allgauer-Hackl, Brogan, K., U. Henning, B. Hufeisen & J. Schlabach (Hrsg.), *MehrSprachen? – PlurCur! Berichte aus der Forschung und Praxis zu Gesamtsprachencurricula* (S. 209–229). Schneider.
- Johnson-Laird, P. N., & Khemlani, S. S. (2017). Mental Models and Causation. In M. Waldmann (Hrsg.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of causal reasoning* (S. 1–37). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.4>
- Jungermann, H., Pfister, H.-R., & Fischer, K. (2010). *Die Psychologie der Entscheidung: Eine Einführung* (3. Auflage). Spektrum Verlag.
- Kahneman, D. (2003). A perspective on judgment and choice: mapping bounded rationality. *The American psychologist*, 58(9), 697–720. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.58.9.697>
- Kahneman, D. (2012). *Thinking, fast and slow*. Penguin Books.
- Kaminske, V. (o.J.). *Denken in räumlichen Kategorien- notwendige Kompetenz? - Eine Aufgabe der Geographie*. Aufgerufen am 15.05.2021 unter https://km-bw.de/site/pbs-bw/get/documents/KULTUS.Dachmandant/KULTUS/Seminare/seminar-karlsruhe-gym/fachschaften/geographie-fachschaft/dokumente/Publikationen/kaminske_denken_in_raeumlichen_kategorien.pdf
- Kaminske, V. (2001). Strategien des Zugriffs auf vernetzte Raumsachverhalte. *Geographie aktuell und Schule*, 23(132), 15–23.
- Kant, I. (1989). *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können*. Reclam.
- Karnath, H.-O., & Thier, P. (Hrsg.). (2012). *Kognitive Neurowissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-25527-4>
- Kempert, S., Schalk, L., & Saalbach, H. (2019). Sprache als Werkzeug des Lernens: Ein Überblick zu den kommunikativen und kognitiven Funktionen der Sprache und deren Bedeutung für den fachlichen Wissenserwerb. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 66 (3), 176–195. <https://doi.org/10.2378/peu2018.art19d>

- Klabunde, R. (2018a). Pragmatik – sprachliches Schließen und Handeln. In S. Dipper, R. Klabunde & W. Mihatsch (Hrsg.), *Linguistik* (S. 127–144). Springer Verlag.
- Klabunde, R. (2018b). Semantik- die Bedeutung von Wörtern und Sätzen. In S. Dipper, R. Klabunde & W. Mihatsch (Hrsg.), *Linguistik* (S. 106–125). Springer Verlag.
- Klein, D. (2017). Tasked-based Learning im bilingualen Geographieunterricht: Uganda and the UK- the Connection between Population and Development. In A. Budke & M. Kuckuck (Hrsg.), *Sprache im Geographieunterricht: Bilinguale und sprachensible Materialien und Methoden* (S. 115–124). Waxmann.
- Kniffka, G. (2019). *Scaffolding*. In Sprache im Fach. München; Eichstätt. Aufgerufen am 18.03.2021 unter <https://epub.ub.uni-muenchen.de/61965/>.
- Koch, C., & Laske, J. (2014). Outputorientierung erfordert Prozessstrategien! – Kumulative Lernprozesse im Geographieunterricht gestalten, *GW-Unterricht* (134), 5-18
- Köck, H. (2001). Typen vernetzenden Denkens im Geographieunterricht. *Geographie und Schule*, 23(132), 9–14.
- Köck, H. (2004). Zur räumlichen Dimension globalen Lernens. In E. Kroß (Hrsg.), *Globales Lernen im Geographieunterricht- Erziehung zu einer nachhaltigen Entwicklung. 15. Symposium des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik (HGD) vom 10.-12. Juni 2003 an der Ruhr-Universität Bochum* (S. 33–49). Selbstverl. des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik.
- Kreft, M. S., & Vogt, H. (2006). Reflektieren und Lernen: Zur Bedeutung initiiertes Metakognition für Interessiertheit und Lernerfolg. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* (5), 53–68.
- Krohmer, M. (2021). *Aware, Adopt, Overcome! Untersuchungen zum Innovationsverständnis von Geographielehrer innen, Identifikation von geographischen Lehr-Routinen und Entwicklung von Reflexionsanlässen zur Anbahnung von Innovationen im Geographieunterricht* [Dissertation, Universität zu Köln]. <https://kups.ub.uni-koeln.de/52254/>
- Kruse, J., Biesel, K., & Schmieder, C. (2011). Metapherntheoretische Grundlagen. In J. Kruse, K. Biesel & C. Schmieder (Hrsg.), *Qualitative Sozialforschung. Metaphernanalyse: Ein rekonstruktiver Ansatz* (1. Aufl., S. 63–92). VS Verlag für Sozialwissen. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92863-0_4
- Kuckuck, M. (2012). Argumente arrangieren mit der Argumentationssonne. In A. Budke (Hrsg.), *Diercke- Kommunikation und Argumentation* (S. 110–119). Westermann.
- Kühnel, S., & Dingesstedt, A. (2019). Kausalität. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (2. Aufl., S. 1401–1414). Springer Fachmedien.

- Lakoff, G., & Johnson, M. (2011). *Metaphors we live by: With a new afterword* (6. print). Univ. of Chicago Press.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2014). *Leben in Metaphern: Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern* (8. Aufl.). *Systemische Horizonte*. Carl-Auer-Verl.
- Lakoff, G., & MacCormac, E. R. (1987). A Cognitive Theory of Metaphor. *The Philosophical Review*, 96(4), 589. <https://doi.org/10.2307/2185396>
- Lamnek, S., & Krell, C. (2016). *Qualitative Sozialforschung: Mit Online-Materialien* (6., überarbeitete Auflage). Beltz.
- Langacker, R. W. (1987). *Foundations of cognitive grammar, vol. 1: Theoretical prerequisites*. Stanford University Press.
- Langacker, R. W. (1991). *Concept, image, and symbol: The cognitive basis of grammar. Cognitive linguistics research: Bd. 1*. Mouton de Gruyter.
- Laplace, P. S. de. (1814). *Essai philosophique sur des Probabilités*.
- Lasch, A. (2018). *Kognitive Grammatik I: RAUM: Vorlesung kognitive Linguistik* [Video]. TU Dresden. Youtube. Aufgerufen am 15.06.2020 unter <https://www.youtube.com/watch?v=HAKw6kVSNA0&list=PLzwHQfOPWZDEdgv7msuFZw7jnGDnOTpMc&index=8>
- Lasch, A. (2021). *Sprache und Raum: Raum und Metapher - Prämissen Kognitiver Grammatik & Basiskonzept Raum* [Video]. TU Dresden. Youtube. Aufgerufen am 16.06.2021 unter <https://www.youtube.com/watch?v=sF32EA0VUxA>
- Lavery, L. (2008). *Self-regulated learning for academic success: an evaluation of instructional techniques* [Dissertation, The University of Auckland]. <https://core.ac.uk/download/pdf/76348552.pdf>
- Le Boterf, G. (1999). *L'ingénierie des compétences* (2e éd. revue et augm., 2e tirage). Ed. d'organisation.
- Le Guen, O., Samland, J., Friedrich, T., Hanus, D., & Brown, P. (2015). Making sense of (exceptional) causal relations. A cross-cultural and cross-linguistic study. *Frontiers in psychology*, 6, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01645>
- Leisen, J. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fach: Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis ; Grundlagenwissen, Anregungen und Beispiele für die Unterstützung von sprachschwachen Lernern und Lernern mit Zuwanderungsgeschichte beim Sprechen, Lesen, Schreiben und Üben im Fach*. Ernst Klett Sprachen.

- Lewis, G., Jones, B., & Baker, C. (2012). Translanguaging: origins and development from school to street and beyond. *Educational Research and Evaluation, 18*(7), 641–654.
<https://doi.org/10.1080/13803611.2012.718488>
- Li, W. (2018). Translanguaging as a Practical Theory of Language. *Applied Linguistics, 39*(1), 9–30.
<https://doi.org/10.1093/applin/amx039>
- Lockl, K., & Schneider, W. (2007). Knowledge about the mind: links between theory of mind and later metamemory. *Child development, 78*(1), 148–167. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00990.x>
- Losee, J. (2011). *Theories of causality: From antiquity to the present*. Transaction Publishers.
- Lu, H. (2013). Modeling Causal Learning. In H. E. Pashler (Hrsg.), *Encyclopedia of the mind* (S. 523–525). SAGE Publications.
- Lüdi, G., & Nelde, P. H. (2004). Instead of a foreword: Codeswitching as a litmus test for an integrated approach to multilingualism. In G. Lüdi & P. H. Nelde (Hrsg.), *sociolinguistica: Bd. 18. Codeswitching* (S. VII–XII). Niemeyer.
- Luft, C., Manzel, S., & Nagel, F. (2015). *Scaffolding als Unterstützungssystem im sprachsensiblen Fachunterricht: Ansätze einer textsortenorientierten Sprachbildung im Politikunterricht*. Universität Duisburg-Essen. CIVES-Forum. Aufgerufen am 19.03.2021 unter <https://cives-school.de/wp-content/uploads/2015/11/CIVES-Forum3.pdf>
- Luhmann, N. (2009). Zur Komplexität von Entscheidungssituationen. *Soziale Systeme, 15*(1), 3–35.
- Luhmann, N. (2018). *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie* (17. Aufl.). Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft: Bd. 666. Suhrkamp.
- Maher, J. C. (2017). *Multilingualism: A Very Short Introduction*. Oxford University Press.
- Maier, V., & Ganteford, C. (2018). Sprachliche Bildung im Fachunterricht. In A. Budke & M. Kuckuck (Hrsg.), *Geographie. Migration und geographische Bildung* (S. 241–253). Franz Steiner Verlag.
- Maier, V., & Morawski, M. (2020). *Peer-Review*. Mercator-Institut für Sprachförderung und Deutsch als Zweitsprache. Aufgerufen am 16.07.2021 unter <https://www.mercator-institut-sprachfoerderung.de/de/publikationen/material-fuer-die-praxis/methodenpool/>
- Mambrey, S., Timm, J., Landskron, J. J., & Schmiemann, P. (2020). The impact of system specifics on systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching, 57*(10), 1632–1651.
<https://doi.org/10.1002/tea.21649>
- Mayr, G. (2020). *Kompetenzentwicklung und Mehrsprachigkeit: Eine unterrichts empirische Studie zur Modellierung mehrsprachiger kommunikativer Kompetenz in der Sekundarstufe II. Gießener Beiträge zur Fremdsprachendidaktik*. Narr Francke Attempto.

- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarbeitete Auflage). Beltz.
- Mayring, P., & Fenzl, T. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (2. Aufl., S. 543–558). Springer Fachmedien.
- Mazak, C. (2017). Introduction: Theorizing Translanguaging Practices in Higher Education. In C. Mazak & K. S. Carroll (Hrsg.), *Bilingual education & bilingualism: Bd. 104. Translanguaging in higher education beyond monolingual ideologies* (S. 1–10). Multilingual Matters.
- Meadows, D. L., Sweeney, L. B., & Martin-Mehers, G. (2016). *The climate change playbook: 22 systems thinking games for more effective communication about climate change*. Chelsea Green Publishing.
- Mehren, R., & Rempfler, A. (2018). Systemisches Denken. In A. Brucker, J.-B. Haversath & A. Schöps (Hrsg.), *Geographie-Unterricht: 102 Stichworte* (S. 205–206). Schneider Verlag Hohengehren.
- Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J., & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2018). System competence modelling: Theoretical foundation and empirical validation of a model involving natural, social and human-environment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(5), 685–711. <https://doi.org/10.1002/tea.21436>
- Mehren, R., Rempfler, A., Ullrich-Riedhammer, E.-M., Buchholz, J., & Hartig, J. (2016). Systemkompetenz im Geographieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 147–163. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0047-y>
- Mehren, R., Rempfler, A., & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2014). Denken in komplexen Zusammenhängen: Systemkompetenz als Schlüssel zur Steigerung der Eigenkomplexität von Schülern. *Praxis Geographie*, 44 (4), 4-8.
- Mehren, R., Rempfler, A., & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2015). Diagnostik von Systemkompetenz mittels Concept Maps: Malariabekämpfung im Kongo als Beispiel. *Praxis Geographie*, 45(7-8), 29–33.
- Mehren, R., Rempfler, A., Ulrich-Riedhammer, E., Buchholz, J., & Hartig, J. (2015). Wie lässt sich Systemdenken messen? Darstellung eines empirisch validierten Kompetenzmodells zur Erfassung geographischer Systemkompetenz. *Geographie aktuell und Schule*, 37(215), 4–16.
- Meister, J. (2020). *Systemisches Denken bei Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Kompetenzstufen – eine qualitative Prozess- und Produktanalyse am Beispiel der Bearbeitung eines geographischen Mysterys*. [Dissertation, Universität Gießen]. <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2020/15449/>

- Michalak, M., Lemke, V. & Goeke, M. (2015). *Sprache im Fachunterricht: Eine Einführung in Deutsch als Zweitsprache und sprachbewussten Unterricht*. Narr Studienbücher. Narr Francke Attempto.
- Michalak, M., & Müller, B. (2017). Durch Sprache zum systemischen Denken. In H. Arndt (Hrsg.), *FAU Lehren und Lernen: Band 2. Systemisches Denken im Fachunterricht* (S. 111–138). FAU University Press.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW. (2019). *Erdkunde.: Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen*. Selbstverlag.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW. (2021). *Scaffolding*. Aufgerufen am 15.03.2021 unter <https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/inklusive-fachunterricht/lernumgebungen-gestalten/scaffolding-/scaffolding.html>
- Morawski, M. (2019). *Von und mit Sprache lernen: Identifikation von Sprachbewusstsein und Entwicklung von Förderstrategien für den sprachsensiblen Geographieunterricht durch eine Analyse des bilingualen Geographieunterrichts* [Dissertation, Universität zu Köln]. <https://kups.ub.uni-koeln.de/9783/>
- Morawski, M., & Budke, A. (2017). Language awareness in Geography education, an analysis of the potential of bilingual Geography education for teaching Geography to Language learners. *European Journal of Geography, Vol. 8*(1), 61–84.
- Morawski, M., & Budke, A. (2019). How Digital and Oral Peer Feedback Improves High School Students' Written Argumentation—A Case Study Exploring the Effectiveness of Peer Feedback in Geography. *Education Sciences, 9*(3), 178. <https://doi.org/10.3390/educsci9030178>
- Morawski, M., Budke, A., Schäbitz, F., & Reich, J. (2017). Sprachsensibles Material für die Kartenauswertung in Vorbereitungsklassen und im sprachbewussten Geographieunterricht. In A. Budke & M. Kuckuck (Hrsg.), *Sprache im Geographieunterricht: Bilinguale und sprachensible Materialien und Methoden* (S. 83–97). Waxmann.
- Muentener, P., & Bonawitz, E. B. (2017). The Development of Causal Reasoning. In M. Waldmann (Hrsg.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of causal reasoning* (S. 24–38). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.40>
- Müller, B. (2016). *Komplexe Mensch-Umwelt- Systeme im Geographieunterricht mit Hilfe von Argumentationen erschließen: am Beispiel der Trinkwasserproblematik in Guadalajara (Mexiko)* [Dissertation, Universität zu Köln]. <https://kups.ub.uni-koeln.de/7047/>

- Müller, N., Kupisch, T., & Schmitz, K. (2011). *Einführung in die Mehrsprachigkeitsforschung*. Gunter Narr Verlag.
- Muñoz, F. S., & Roche, J. (2021). *Cognitive Linguistics*. Institut für Deutsch als Fremdsprache. Digitales Lexikon der Fremdsprachendidaktik. Aufgerufen am 18.07.2021 unter <https://www.lexikon-mla.de/lexikon/kognitive-linguistik/>
- Neveling, C. (2010). Mentales Lexikon. In C. Surkamp (Hrsg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 217). J.B. Metzler.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs.
- Novick, L. R., & Bassok, M. (2005). Problem Solving. In Keith J. Holyoak and Robert G. Morrison (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (S. 321–350). Cambridge University Press.
- Odgen, C. K., & Richards, I. A. (1923). *The Meaning of Meaning*. Routledge & Kegan Paul.
- Oleschko, S., & Grannemann, K. (Hrsg.). (2017). *Sprachsensibles Unterrichten fördern: Angebote für den Vorbereitungsdienst*. rigger medien.
- Oleschko, S., Weinkauf, B., & Wiemers, S. (2016). *Praxishandbuch Sprachbildung Geographie: Sprachsensibel unterrichten- Sprache fördern*. Ernst Klett Sprachen.
- Oomen-Welke, I., & Dirim, I. (2013). Mehrsprachigkeit in der Klasse: wahrnehmen-aufgreifen-fördern. In I. Oomen-Welke (Hrsg.), *Mehrsprachigkeit in der Klasse wahrnehmen - aufgreifen - fördern* (S. 7–22). Fillibach bei Klett.
- Ossimitz, G. (2000). *Entwicklung systemischen Denkens*. Profil Verlag.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. *Instructional Science*, 32(1/2), 1–8. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.d0>
- Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal Teaching of Comprehension Activities.: Fostering and Comprehension-Monitoring. *Cognition ans Instruction*(2), 117–175.
- Pekrun, R., & Schiefele, U. (1996). Emotions- und motivationspsychologische Bedingungen der Lernleistung. In F. E. Weinert, N.-P. Birbaumer & C. F. Graumann (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie Praxisgebiete Pädagogische Psychologie: Bd. 2. Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 153–180). Hogrefe.
- Peña-Ayala, A., & Cárdenas, L. (2015). A Conceptual Model of the Metacognitive Activity. In A. Peña-Ayala (Hrsg.), *Metacognition: Fundaments, Applications, and Trends* (S. 39–73). Springer International Publishing.

- Perales, J. C., Catena, A., Cándido, A., & Maldonado, A. (2017). Rules of Causal Judgment: Mapping Statistical Information onto Causal Beliefs. In M. Waldmann (Hrsg.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of causal reasoning* (S. 1–40). Oxford University Press. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.6
- Pfister, H.-R., Jungermann, H., & Fischer, K. (2017). *Die Psychologie der Entscheidung: Eine Einführung* (4. Auflage). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53038-2>
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1971). *Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde*. Klett.
- Prediger, S., & Redder, A. (2020). Mehrsprachigkeit im Fachunterricht am Beispiel Mathematik. In I. Gogolin, A. Hansen, P. Leseman, S. Mc Monagle & D. Rauch (Hrsg.), *Handbuch Mehrsprachigkeit und Bildung* (1. Aufl.). Springer VS.
- Prediger, S., & Şahin-Gür, D. (2020). Eleventh Graders' Increasingly Elaborate Language Use for Disentangling Amount and Change: A Case Study on the Epistemic Role of Syntactic Language Complexity. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 41(1), 43–79. <https://doi.org/10.1007/s13138-019-00155-x>
- Prediger, S., Uribe, Á., & Kuzu, T. (2019). Mehrsprachigkeit als Ressource im Fachunterricht: Ansätze und Hintergründe aus dem Mathematikunterricht. *Lernende Schule*(86), 20–24.
- Pryzborski, A., & Wohlrab-Sahar. (2019). Forschungsdesigns für die qualitative Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (2. Aufl., S. 117–134). Springer Fachmedien.
- Raschke, N. (2018). Concept Maps: Systematisierung und Visualisierung systemischen Denkens. *Praxis Geographie*, 48(7-8), 48–51.
- Rempfler, A. (2010). Systemdenken-Schlüsselkompetenz für zukunftsorientiertes Raumverhalten. *Geographie aktuell und Schule*(184), 11–18.
- Rempfler, A., & Mehren, R. (2011). Systemkompetenz und ihre Förderung im Geografieunterricht. *Geographie aktuell und Schule*, 33(189), 22–33.
- Repplinger, N., & Budke, A. (2018). Is multilingual life practice of pupils a potential focus for Geography lessons? *European Journal of Geography*, Vol. 9(3), 165–180.
- Rhode-Jüchtern, T. (2001). Vernetztes Denken- Zauberwort mit Januskopf. *Geographie und Schule*, 23(132), 3–8.
- Rickheit, G., & Strohner, H. (1992). Psycholinguistische Modelle der Sprachverarbeitung. In G. Rickheit (Hrsg.), *Psycholinguistische Studien. Linguistische Aspekte der Sprachtherapie: Forschung und Intervention bei Sprachstörungen* (S. 5–20). Westdeutscher Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-85869-6_2

- Rieckmann, M. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*. Selbstverlag. Aufgerufen am 16.06.2021 unter https://www.bne-portal.de/files/unesco_education_for_sustainable_development_goals_learning_objectives.pdf
- Riehl, C. (2002). Codeswitching, mentale Vernetzung und Sprachbewusstheit. In J. Müller-Lancé & Riehl, Claudia, Maria (Hrsg.), *Ein Kopf- viele Sprachen: Koexistenz, Interaktion und Vermittlung* (S. 64–78). Shaker Verlag.
- Riehl, C. (2019a). *Code-Mixing*. Sprache im Fach. München; Eichstätt. Aufgerufen am 17.08.2021 unter https://epub.ub.uni-muenchen.de/61751/1/Riehl_Code-Mixing.pdf.
- Riehl, C. (2019b). *Code-Switching*. Sprache im Fach. München; Eichstätt. Aufgerufen am 17.08.2021 unter https://epub.ub.uni-muenchen.de/61752/1/Riehl_Code-Switching.pdf.
- Rinschede, G., & Siegmund, A. (2019). *Geographiedidaktik* (4., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage). Verlag Ferdinand Schöningh.
- Roche, J. (2018a). Modelle der individuellen Mehrsprachigkeit. In J. Roche & E. Terrasi-Haufe (Hrsg.), *Kompodium DaF/DaZ: Band 4. Mehrsprachigkeit und Sprachenerwerb* (S. 79–91). Narr Francke Attempto.
- Roche, J. (2018b). Modellierung von Mehrsprachigkeit. In J. Roche & E. Terrasi-Haufe (Hrsg.), *Kompodium DaF/DaZ: Band 4. Mehrsprachigkeit und Sprachenerwerb* (S. 53–79). Narr Francke Attempto.
- Rödel, M. (2016). Kausalsatz. In H. Glück & M. Rödel (Hrsg.), *Metzler Lexikon Sprache* (5. Aufl., S. 328). J.B. Metzler.
- Röska-Hardy, L. (2001). Sprechen, Sprache, Handeln. In G. Preyer, M. Ulkan & A. Ulfing (Hrsg.), *Intention - Bedeutung - Kommunikation: Kognitive und handlungstheoretische Grundlagen der Sprachtheorie* (S. 139–158). Humanities Online.
- Roth, G. (2004). Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? *Zeitschrift für Pädagogik*, 50, 496–506.
- Roth, G. (2009). Warum sind Lehren und lernen so schwierig? In U. Herrmann (Hrsg.), *Beltz-Pädagogik. Neurodidaktik: Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen* (2. Aufl., S. 58–68). Beltz.
- Schmid, H.-J., & Ungerer, F. (2011). Cognitive Linguistics. In J. Simpson (Hrsg.), *Routledge handbooks in applied linguistics. The Routledge handbook of applied linguistics* (S. 1–15). Routledge.
- Schmid, U., & Funke, J. (2013). Kreativität und Problemlösen. In A. Stephan & S. Walter (Hrsg.), *Handbuch Kognitionswissenschaft* (S. 335–343). J.B. Metzler.

- Schneider, W., Schlagmüller, M., & Visé, M. (1998). The impact of metamemory and domain-specific knowledge on memory performance. *European Journal of Psychology of Education, 13*(1), 91–103. <https://doi.org/10.1007/BF03172815>
- Schramm, K. (2010). Metakognition. In C. Surkamp (Hrsg.), *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik* (S. 218). J.B. Metzler.
- Schuler, S. (2017). Problemlösen durch Planen und Entscheiden im Geographieunterricht: Theoriegrundlagen und Aufgabenbeispiele zur Methode "Planen und Entscheiden". *Geographie aktuell und Schule, 39*(225), 25–37.
- Schuler, S., Coen, A., Hoffmann, K. W., Rohwer, G., & Vankan, L. (Hrsg.). (2016). *Diercke - Methoden: Bd. 2. Mehr denken lernen mit Geographie*. Westermann.
- Schuler, S., Vankan, L., & Rohwer, G. (Hrsg.). (2017). *Diercke - Methoden: Bd. 1. Denken lernen mit Geographie*. Westermann.
- Schüler-Meyer, A., Prediger, S., Wagner, J., & Weinert, H. (2019). Bedingungen für zweisprachige Lernangebote. Videobasierte Analysen zu Nutzung und Wirksamkeit einer Förderung zu Brüchen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht (66)*, 161–175. <https://doi.org/10.2378/peu2019.art09d>
- Schwartz, B. L., & Metcalfe, J. (2017). Metamemory: An Update of Critical Findings. *Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology, 423–432*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.21056-0>
- Schwarz, M. (2008). *Einführung in die kognitive Linguistik* (3., vollständige überarbeitete und erweiterte Auflage). A. Francke Verlag.
- Schwarze, S. (2017). Das Prinzip des Scaffolding zur Förderung von Erschließungs- und Verbalisierungsprozessen von Klimadiagrammen im Geographieunterricht. In A. Budke & M. Kuckuck (Hrsg.), *Sprache im Geographieunterricht: Bilinguale und sprachensible Materialien und Methoden* (S. 141–155). Waxmann.
- Schwarze, S. (2019). Sprachsensibler Geographieunterricht. In Y. Danilovich & G. Putjata (Hrsg.), *Edition Fachdidaktiken. Sprachliche Vielfalt im Unterricht: Fachdidaktische Perspektiven auf Lehre und Forschung im DaZ-Modul* (S. 107–122). Springer Fachmedien.
- Searle, J. R. (2011). *Speech acts: An essay in the philosophy of language* (34. Auflage). Cambridge Univ. Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139173438>
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, Donald, T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin.

- Shaughnessy, M. F., Veenman, M. V. J., & Kley-Kennedy (Hrsg.). (2008). *Meta-Cognition: A Recent Review of Research, Theorie and Perspectives*. Nova Science Publishers, Inc.
- Short, E. J., & Weissberg-Benchell, J. A. (2012). The Triple Alliance for Learning: Cognition, Metacognition, and Motivation. In M. Marr (Hrsg.), *Cognitive strategy research: From basic research to educational* (S. 33–63). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8838-8_2
- Simon, H. A., & Newell, A. (1971). Human Problem Solving: The State of the Theory in 1970. *American Psychologist*, 26(2), 145–159. <https://doi.org/10.1037/h0030806>
- Singleton, D. M., Fishman, J. A., Aronin, L., & Ó Laoire, M. (2013). Current multilingualism: A new linguistic dispensation. In D. M. Singleton, J. A. Fishman, L. Aronin & M. Ó Laoire (Hrsg.), *Contributions to the Sociology of Language: Bd. 102. Current multilingualism: A new linguistic dispensation* (S. 1–23). De Gruyter Mouton.
- Sjuts, J. (2018). Metakognitive Strategien. *mathematik lehren* (211), 20–24.
- Stein, P. (2019). Forschungsdesigns für die quantitative Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 135–152). Springer Fachmedien.
- Streiling, S., Hörsch, C., & Rieß, W. (2019). Entwicklung pädagogischer Professionalität zur Förderung systemischen Denkens durch Lehrerfortbildung. In Leuders T., Nückles M., Mikelskis-Seifert S. & Philipp K. (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität in Mathematik und Naturwissenschaften* (S. 265–283). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-658-08644-2_11
- Sweeney, L. B., & Meadows, D. L. (2010). *The systems thinking playbook: Exercises to stretch and build learning and systems thinking capabilities*. Chelsea Green Publ.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Tajmel, T. (2017). Grundlagen zu Sprachbewusstheit. In T. Tajmel (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft: Grundzüge einer Reflexiven Physikdidaktik und kritisch-sprachbewussten Praxis* (S. 205–215). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-17123-0_13
- Tajmel, T. (2019). *Das Konkretisierungsraster*. Sprache im Fach. München; Eichstätt. Aufgerufen am 18.08.2021 unter https://epub.ub.uni-muenchen.de/61753/1/Tajmel_Konkretisierungsraster.pdf.
- Talmy, L. (2000). *Concept structuring systems. Language, speech and communication: Bd. 1*. MIT.

- Trim, J. L. M. (Hrsg.). (2013). *Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen: Lernen, lehren, beurteilen*. Klett-Langenscheidt.
- Tripto, J., Ben-Zvi Assaraf, O., Snapir, Z., & Amit, M. (2016). The 'What is a system' reflection interview as a knowledge integration activity for high school students' understanding of complex systems in human biology. *International Journal of Science Education*, 38(4), 564–595. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1150620>
- Uhlenwinkel, A. (2013). Geographische Konzepte denken mithilfe von geographischen Konzepten. *Praxis Geographie*, 44(4), 4–7.
- Uhlenwinkel, A. (2008). Binnendifferenzierung im Geographieunterricht. *Praxis Geographie*, 38(3), 4–8.
- Ulrich, K., & Michalak, M. (2019). *Sprachsensibler Fachunterricht*. Sprache im Fach. München; Eichstätt. Aufgerufen am 19.08.2021 unter <https://epub.ub.uni-muenchen.de/61756/>
- Uribe, Á., & Prediger, S. (2021). Students' multilingual repertoires-in-use for meaning-making: Contrasting case studies in three multilingual constellations. *The Journal of Mathematical Behaviour*, 62, 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100820>
- van Lier, L. (1997). Introducing Language Awareness. *Studies in Second Language Acquisition*, 19(1), xii- 123. <https://doi.org/10.1017/S0272263197251077>
- Veenman, M. V. J. (2015). Thinking about metacognition improves thinking. In Rupert Wegerif, Li Li, James C. Kaufman (Hrsg.), *The Routledge International Handbook of Research on Teaching Thinking* (S. 280–288). Routledge.
- Veenman, M. V. J., van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1(1), 3–14. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>
- Vogel, S., & García, O. (2017). *Translanguaging*. Aufgerufen am 01.10.2021 unter <https://oxfordre.com/education/view/10.1093/acrefore/9780190264093.001.0001/acrefore-9780190264093-e-181>
- Vrugt, A., & Oort, F. J. (2008). Metacognition, achievement goals, study strategies and academic achievement: pathways to achievement. *Metacognition and Learning*, 3(2), 123–146. <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9022-4>
- Vuorre, M., & Metcalfe, J. (2021). Measures of relative metacognitive accuracy are confounded with task performance in tasks that permit guessing. *Metacognition and Learning*, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09257-1>

- Vygotskij, L. S., & Cole, M. (Hrsg.). (1981). *Mind in society: The development of higher psychological processes* [Nachdruck]. Harvard Univ. Press.
- Waldmann, M. (2017). Causal Reasoning: An Introduction. In M. Waldmann (Hrsg.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of causal reasoning* (S. 1–17). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.1>
- Waldmann, M., Hagmayer, Y., & Blaisdell, A. P. (2006). Beyond the Information Given: Causal Models in Learning and Reasoning. *Current Directions in Psychological Science*, 15(6), 307–311.
- Wardenga, U. (2002). Alte und neue Raumkonzepte für den Geographieunterricht. *geographie heute*, 23(200), 8–11.
- Weißenburg, A. (2013). "Der mehrsprachige Raum" - Konzept zur Förderung eines mehrsprachig sensiblen Geographieverunterrichts. *GW-Unterricht*, 131, 28–41.
- Weissenburg, A. (2018). Mehrsprachiger Fachsprachenaufbau im Geographieunterricht. *GW-Unterricht*, 1, 30–37. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht149s30>
- Whorf, B. L. (1979). *Sprache-Denken-Wirklichkeit: Beiträge zur Metalinguistik und Sprachphilosophie*. Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Wildemann, A., Bien-Müller, L., & Akbulut, M. (2020). Mehrsprachigkeit und Sprachbewusstheit – empirische Befunde und Unterrichtskonzepte. In I. Gogolin, A. Hansen, P. Leseman, S. McMonagle & D. Rauch (Hrsg.), *Handbuch Mehrsprachigkeit und Bildung* (1. Aufl., S. 119–123). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20285-9_17
- Willis, D., & Willis, J. R. (2011). *Doing task-based teaching* (5. Aufl.). *Oxford handbooks for language teachers*. Oxford Univ. Press.
- Winterling, S. (2012). „Die kausale Klasse im Deutschen. Geltungsbereiche und Abbildungshorizonte“ [Diplomarbeit, Universität Wien]. <https://othes.univie.ac.at/21108/>
- Wolff, D. (2010). Spracherwerb und Sprachbewusstheit: Sind mehrsprachige Menschen bessere Sprachenlerner? *Cuadernos de Filología Alemana*(2), 177–190.
- Yu, Z., & Schwieter, J. W. (2018). Recognizing the Effects of Language Mode on the Cognitive Advantages of Bilingualism. *Frontiers in psychology*, 9.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00366>
- Yuaa, Y., Hmelo-Silvera, C. E., C. Jordan, R., Eberbach, C., & Sinhab, S. (2016). Promoting Transfer of Ecosystems Concepts. *International journal of environmental & science education*, 11(18), 11127–11148.

Ziem, A., & Lasch, A. (2013). *Konstruktionsgrammatik: Konzepte und Grundlagen gebrauchsbasierter Ansätze. Germanistische Arbeitshefte: Bd. 44.* De Gruyter.

<https://doi.org/10.1515/9783110295641>

9 Zusammenfassung

Aus Sicht der Geographie ist die Welt, ihre Prozesse, Strukturen und Funktionen, Ergebnis systemischer Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen Menschen und Umwelt. Sollen Mensch-Umwelt-Systeme verändert werden, greift der Mensch in seinen Diagnosen, Erklärungen und Vorhersagen auf mentale Repräsentationen dieser Ursache-Wirkungs-Beziehungen, d.h. auf geographische Kausalstrukturen, zurück.

Für ein kompetentes raumbezogenes Handeln sind das Verständnis und die Entwicklung von multikausalen, hochvernetzten und komplexen geographischen Kausalstrukturen zentrale Denkkompetenzen. Bei der Vermittlung dieser kausalen Denkkompetenzen im Geographieunterricht fällt jedoch auf, dass Schüler*innen meist nur monokausale, lineare Kausalstrukturen entwickeln, die die Komplexität von Mensch-Umwelt-Beziehungen nur unzureichend abbilden. Bisher ist ungeklärt, inwieweit (fach-)sprachliche Kompetenzen, mehrsprachige Ressourcen und metakognitive Fähigkeiten von Schüler*innen Einfluss auf die Entwicklung komplexer geographischer Kausalstrukturen haben. Weiterhin ist unklar, wie eine kausalitätssensible sprachliche und metakognitive Förderung aussehen könnte, die zu einem verbesserten fachlichen Lernen systemischer Inhalte führt.

Ziel der vorliegenden Dissertation ist es daher, inhaltliche und sprachliche Merkmale von Kausalstrukturen im Geographieunterricht zu identifizieren sowie auf Grundlage der Ansätze der kognitiven Linguistik, der Mehrsprachigkeitsdidaktik und der Metakognitionsforschung, Förderstrategien für die Entwicklung und Versprachlichung komplexer geographischer Kausalstrukturen zum Einsatz im Geographieunterricht zu entwerfen und hinsichtlich Ihrer Wirksamkeit empirisch zu prüfen. Hierzu wurden drei Teilstudien durchgeführt und deren Ergebnisse in Fachjournalen veröffentlicht. Die vorliegende Dissertation führt diese drei Studien vor dem Hintergrund der übergeordneten Forschungsfrage zusammen:

Inwiefern hat Sprache im Allgemeinen und Scaffolding, Mehrsprachigkeit und metakognitive Methodik im Besonderen Einfluss auf das Verständnis, die Entwicklung und die Versprachlichung von komplexen, multikausalen geographischen Kausalstrukturen im Rahmen des Denkens in systemischen Mensch-Umwelt-Beziehungen im Geographieunterricht?

In der vorliegenden Arbeit wird Kausalität im Sinne von Verursachung verstanden, also der Betrachtung von Relationen zwischen Ursache und Wirkungen sowie als Repräsentation von Kausalprinzipien, d.h. einer gesetzesähnlichen Formulierung der Verursachung. Eine Versprachlichung beider Konzepte von Kausalität ist Voraussetzung für einen dem Prinzip des systemischen Denkens und Lernens folgenden Geographieunterricht.

Zu diesem Zweck wurden in der ersten Teilstudie geographische (inhaltliche) und linguistische Merkmale von geographischen Kausalstrukturen herausgearbeitet. Auf Grundlage der erarbeiteten sprachlichen Merkmale von Kausalität wurden bestehende Scaffolds, die bereits Verwendung im Rahmen systemischer Denkprozesse finden, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit auf das Versprachlichen geographischer Kausalstrukturen geprüft. Die Prüfung erfolgte anhand eines im Rahmen der Studie entwickelten Modells. Mithilfe des Modells wurden inhaltliche und sprachliche Fehlermuster identifiziert und mögliche Modifikationen sprachlicher Scaffolds konzeptionell dargestellt. Es stellte sich heraus, dass sprachliche Scaffolds zwar die Versprachlichung linearer/ monokausaler Verbindungen verbesserten, jedoch kaum eine Wirkung auf die Entwicklung komplexer, multikausaler geographischer Kausalstrukturen hatten. Festgestellt wurde jedoch die herausragende Bedeutung von Sprache bzw. Sprachbewusstheit für die inhaltlich-sprachlich kohärente Entwicklung geographischer Kausalstrukturen.

Ausgehend von dieser Erkenntnis wurde im Rahmen der zweiten Studie die Wirkung von Mehrsprachigkeit und damit einhergehender Ressourcen untersucht. Der Studie ging die Annahme voraus, dass Mehrsprachigkeit im Unterricht zu einer erhöhten Sprachbewusstheit und zu einem besseren Zugriff auf metakognitive Fähigkeiten von Schüler*innen führen würde. Diese bei den Schüler*innen vermutete (zwischen-) sprachliche Metabewusstheit wurde anhand mehrmündlicher Unterrichtssequenzen erfasst und mit einsprachig schriftlichen Ergebnissen verglichen. Dabei konnte eine erhöhte inhaltlich-sprachliche Kohärenz konstruierter geographischer Kausalstrukturen festgestellt werden. Jedoch führte die Verwendung von Mehrsprachigkeit nicht zu einer Zunahme komplexer, multikausaler Ursache- Wirkungs-Zusammenhänge.

Daraus ergab sich der Gedanke, im Rahmen der dritten Teilstudie die strategischen Dimensionen der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen zu untersuchen. Hierbei stand vor allem die Wirkung von Metakognition und von Methoden im Mittelpunkt, die Metawissen und Metastrategien fördern sollen. Durch den Einsatz selbstentwickelter strategisch-sprachlicher Fördermaßnahmen wurde die Wirkung von Metakognition auf die Konstruktion und Versprachlichung komplexer, multikausaler geographischer Kausalstrukturen empirisch überprüft. Es wurde deutlich, dass Methoden zur Förderung metakognitiver Strategien einen starken Effekt auf die Entwicklung komplexer geographischer Kausalstrukturen haben. Zugleich erhöhen metakognitive Methoden die thematische Passung sowie die inhaltlich-sprachliche Kohärenz versprachlichter geographischer Kausalstrukturen.

Auf Grundlage der Erkenntnisse aller drei Teilstudien konnte die zentrale Bedeutung von Sprachfähigkeit für das fachliche Lernen belegt werden. Um Schüler*innen das Denken in und

Versprachlichen von komplexen Kausalstrukturen zu ermöglichen, ist eine strategische Unterstützung in Form metakognitiver Methoden folglich unabdingbar.

10 Abstract

From a geographic point of view, the world, its processes, structures, and functions, are the result of systemic cause-effect relations between humans and the environment. Are we to change human-environment systems, our diagnoses, explanations and predictions rely on mental representations of that cause-effect relations, termed geographical causal structures in the dissertation.

For complex, space-related acting, the understanding, and progression of multicausal, highly interconnected and complex geographical causal structures are central cognitive skills. When teaching those causal cognitive skills, however, what becomes apparent is that students often are merely able to develop monocausal, linear causal structures that do not sufficiently represent the complexity of human-environment relations.

It has remained unsolved to what extent students' linguistic competences, or respectively technical registers, multilingual resources or metacognitive skills affect the development of complex geographical causal structures. It is furthermore uncertain, what causality-sensitive linguistic and metacognitive support for improved technical learning of systemic content might look like.

The goal of this dissertation is, departing from the current state of research, to identify contentual and linguistic features of causal structures in the geography classroom. Based on approaches by cognitive linguistics, problem-solving, multilingual didactics, and meta-cognition research, support strategies for the development and verbalization of complex causal structures suited for the application in the geography classroom will be developed and tested empirically with regard to their effectiveness.

To that end, three partial studies were conducted, and their findings published in professional journals. The present dissertation comprises these three studies backed by the general research question:

In what way do language in general, and linguistic scaffolds, multilinguality and metacognitive methods in particular, affect the understanding, development, and verbalization of complex, multicausal geographical causal structures within the cognitive framework of systemic human-environment relations in the geography classroom?

Causality was thereby understood depicting causation, i.e., the observation of relations between cause and effects, as well as the representation of causal principles, i.e., a law-like description

of that causation. Verbalizing both concepts of causality is a prerequisite for geography lessons pursuing the paradigm of systemic thinking.

Therefore, in the first partial study geographical (contentual) and linguistic features of geographical causal structures were worked out. Based on the identified linguistic features of causality, existing scaffolds applied within the frame of systemic thinking processes were tested as to their effectiveness on the verbalization of geographical causal structures. Testing took place using a model developed as part of the study. By means of that model, contentual and linguistic error patterns were recognized, and possible modifications of linguistic scaffolds conceptually depicted. It became evident that linguistic scaffolds can indeed enhance the verbalization of linear/monocausal links but have hardly any effect on the creation of complex, multicausal geographic causal structures. What can be shown, however, is the exceptional significance of language or language awareness for the contentually and linguistically coherent development of geographical causal structures.

Based on these findings, the effect of multilinguality and its accompanying resources was researched in the second study, as to if it was leading to a theoretically assumed raised language awareness and higher metacognitive skills among students. The effects of the (inter-) linguistic metaawareness that had been established in theory were recorded within multilingual lesson sequences and compared with monolingually written results. Our finding was an increased coherence of content and language within the created geographical causal structures. Albeit did the application of multilinguality not show an increase in the number of established complex, multicausal cause-effect relations.

This led to the third partial study, researching the strategic dimensions in the development of geographic causal structures by means of the effect of metacognition or, respectively, methods that support metaknowledge and metastrategies. The effect of metacognition on the construction and verbalization of complex, multicausal geographic causal links was empirically researched through the application of self-developed strategic-linguistic promotional actions (interventions). Evidence was produced that specific methods supporting metacognitive strategies have a strong effect on the development of complex geographic causal structures. Likewise, metacognitive methods increase topical matching and the contentual-linguistic coherence of verbalized geographic causal structures.

Based on the results of all three partial studies, the crucial significance of linguistic skills for technical learning could be verified. What is, however, evidently required is strategic support through metacognitive methods, in order to improve students' cognitive processing and verbalization of complex causal structures.

11 Anhang

Anhang 1: Aufgaben und Erhebungsbogen zur Datenerhebung in Teilstudie 1

Arbeitsblatt: Zusammenhänge erkennen- Euer Wissen zum Thema: Wüste

Aufgaben:

1. Lies dir nochmals die Erklärungen der einzelnen Begriffe (M 1) gut durch.
2. Entwickle Beziehungen (ein innerer Zusammenhang/ wechselseitiges Verhältnis) zwischen den einzelnen Begriffen (M 2) und zeichne diese auf dem Arbeitsblatt mit Hilfe der Erklärungen in M 3 ein.
3. Begründe deine erstellten Beziehungen kurz in der Tabelle (M 4). Erkläre dabei, warum die jeweiligen Begriffe in einer Beziehung zueinander stehen.

M 1 | Erklärung der Begriffe

Sonne: Das Licht und die Wärme der Sonnenstrahlen sind Grundvoraussetzungen der Entwicklung und Entstehung des Lebens auf der Erde.

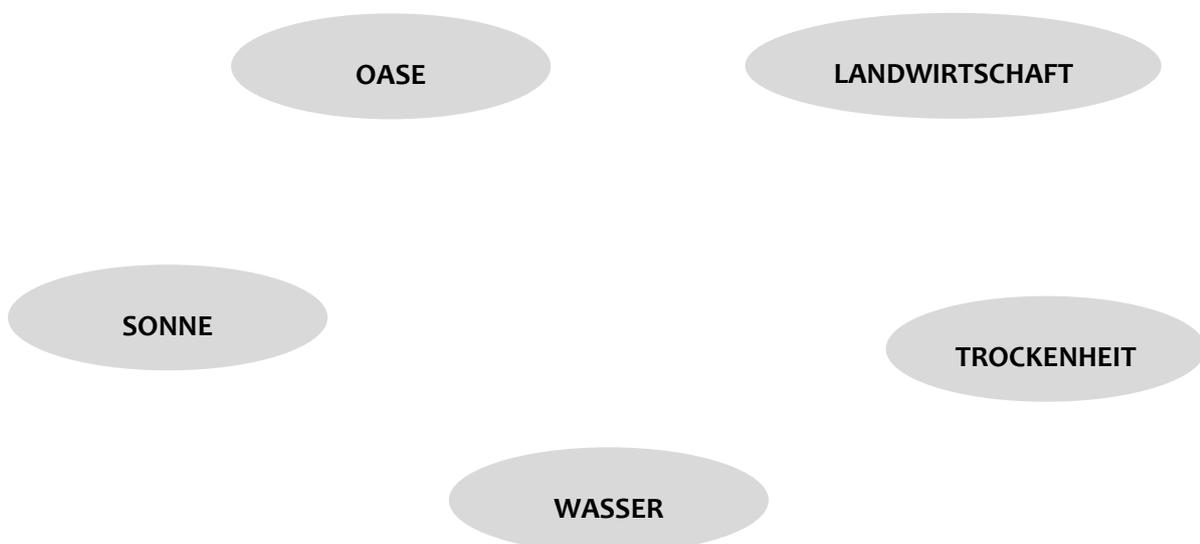
Wasser: Das Wasser ist eine Flüssigkeit und Grundvoraussetzung für die Entwicklung und Entstehung von Leben. Zugleich aber auch ein die Erde gestaltender Faktor.

Trockenheit: Unter Trockenheit versteht man die Abwesenheit von Flüssigkeit und Feuchtigkeit.

Landwirtschaft: Landwirtschaft bezeichnet die Produktion von Nahrungsmitteln durch Ackerbau oder Viehzucht.

Oase: Ist ein Ort in der Wüste der eine Wasserstelle besitzt und meistens von Menschen besiedelt wird.

M 2 | Zusammenhänge erkennen zum Thema Wüste



M 3 | Was Verbindungspfeile für Bedeutungen haben

PFEILFORM	BEISPIEL	SPRACHLICHE HILFEN ZUR ERKLÄRUNG
<p>PFEIL MIT EINER RICHTUNG</p> 	<p>a. Wenn es viel regnet, dann wird Hr. Heuzeroth nass. <u>ODER</u> Wenn es viel regnet führt dies dazu, dass Hr. Heuzeroth nass wird.</p> <p>b. Nur weil die Klasse leise ist und gut arbeitet bewirkt dies, dass Hr. Heuzeroth froh ist.</p> <p>c. Entweder Hr. Heuzeroth ist in einem Haus oder er ist nicht vor der Sonne geschützt.</p>	<p>a. vermindert, verstärkt, führt zu, erhöht, schwächt ab, hat zur Folge, wenn..., dann</p> <p>b. nur (wenn, weil, ...) (plus) bewirkt dies, dass...</p> <p>c. entweder oder</p>
<p>PFEIL MIT ZWEI RICHTUNGEN</p> 	<p>Wenn die Klasse ruhig und konzentriert arbeitet, bekommt Herr Heuzeroth immer gute Laune; wenn Herr Heuzeroth gute Laune hat, ist die Klasse gerne bereit, ruhig und konzentriert zu arbeiten.</p>	<p>Das eine führt zum anderen, wie das andere zu dem einen. <u>ODER</u></p> <p>Beide Faktoren bedingen sich gegenseitig, stehen in einem wechselseitigen (Abhängigkeits-)Verhältnis</p>

M 4 | Begründung für die Beziehungen zwischen Begriffen

BEGRIFFE

BEGRÜNDUNG

Anhang 2: Materialien, Aufgabenblatt und Scaffolds für die Untersuchung von mehrsprachigen Ressourcen im Geographieunterricht in Teilstudie 2

WARUM SOLLTE ANGELIKA H. NACH KIRGISISTAN REISEN?

-Aufgabenblatt-

Aufgaben:

1. Lest euch gemeinsam die Informationen zu Angelika H. durch.
2. *Analysiert* das Material und erarbeitet das touristische Potenzial Kirgistans.
3. *Sammelt* auf Grundlage des Textes möglichst viele Ursachen/ Gründe, warum Angelika H. nach Kirgistan kommen sollte. Beachtet dabei folgende Hinweise:
 - a. *Begründet* eure Empfehlung für eine Reise nach Kirgistan, mit Hilfe der **Informationen** aus den Texten und ggf. eurem Vorwissen.
 - b. *Entwickelt* mindestens **4 Argumente** mit Nennung der **Ursache** sowie der (Aus-) **Wirkungen/ Folgen** und tragt diese in das Ergebnisblatt ein.
 - c. *Verwendet* geeignete **Konjunktionen** zur Verbindung von Ursache und Folge/ Wirkung.

Informationen zu Angelika Heuzeroth

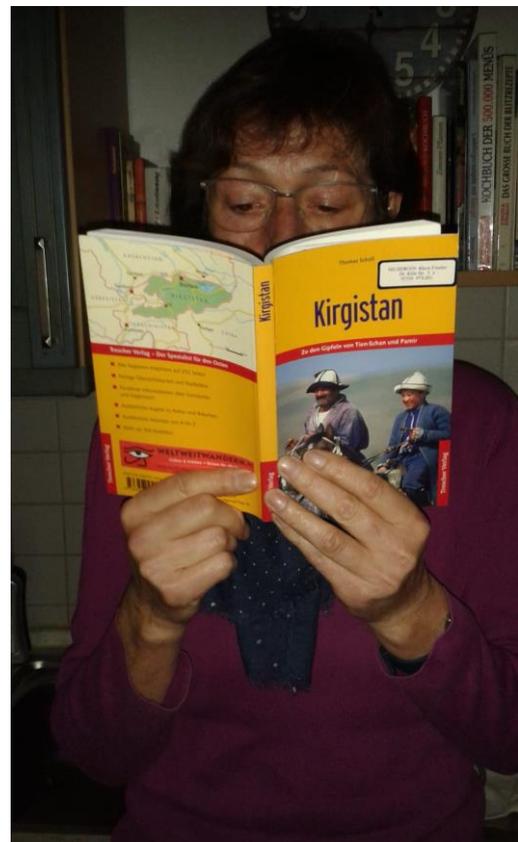
Angelika Heuzeroth, Lehrerin, 62 Jahre alt, ist kulturinteressiert, spricht ein wenig Englisch und kein Russisch. Sie ist sportlich, aber eine große Bergwanderung traut Sie sich nicht zu. Sie hat zwei Wochen Ferien und nun überlegt Sie, ob eine Reise nach Kirgisistan für Sie das richtige wäre. Könntet ihr Frau Heuzeroth weiterhelfen? Warum sollte Angelika Heuzeroth nach Kirgisistan kommen?

Quellen:

Nazgul Jenish (2017): Tourism Sector in Kyrgyzstan: Trends and Challenges. University of central Asia. Working paper #42. Bischkek.
Hopfinger, Hans (2016): Wachstumsbranche Tourismus? Herausforderungen und Grenzen im 21. Jahrhundert. In: Geographische Rundschau. Heft 5. Westermann. S. 4-8.
Schmude, Jürgen/ Aevermann, Tim (2015): Tourismus und seine Folgen für die Menschen vor Ort. Beispiele aus Europa. In. Praxis Geographie. Heft 11. Westermann. S. 4-8.

Abbildungsnachweis:

Bild 1 (Fr. Heuzeroth) Foto privat.
Bild 2 (Naturraum) Alexey Demyantsev (o. J.): Alakol lake. Tian Shian. Foto. Abgerufen unter <https://www.thrillist.com/travel/nation/visiting-kyrgyzstan-trekking> am 13.04.2019
Bild 3 und 4 (Tourismus/ Kultur) Tourism Agency under the Culture, Information and Tourism Ministry of KR (o.J.): Bischkek Alatoo Platz & Alai Tal. Foto abgerufen unter <http://www.discoverkyrgyzstan.org> am 13.04.2019.



WARUM SOLLTE ANGELIKA H. NACH KIRGISISTAN REISEN?

-Materialblatt-

Worterklärung | Das touristische Potenzial

Das touristische Potenzial, umfasst den Teil der Gesamtausstattung eines Raumes, der für Freizeit- und Tourismusnutzung geeignet und nutzbar/ erschlossen werden kann. Drei Potenzialbereiche sind maßgeblich: a) touristisches Naturraumpotenzial (Klima, Relief, Landschaft, Natur), b) touristisches Kulturrumpotenzial (Sprache, Religion, Geschichte, Sicherheit) und c) touristische Infrastruktur (Erreichbarkeit, Hotels, Restaurants, Straßen).

M 1 | Der Naturraum

Das Land der tausend Berge ist für Wandertouristen und Naturliebhaber besonders reizvoll. Auch für (Extrem-)Bergsteiger sind die 3 Gipfel über 7000 m sehr populär (z.B. Peak Lenin 7134 m). Es herrscht ein kontinentales Klima mit kalten Wintern und heißen Sommern. Anders als im April/ Mai oder im September/ Oktober



(12- 18 °C Durchschnittstemperatur), wo das Klima sehr angenehm ist, ist es im Sommer Juni-August sehr heiß (>22 °C Durchschnittstemperatur; max. 45 °C) und sehr trocken. Im Winter kann es bis zu -45 °C kalt werden. Einzigartige Steppenlandschaften, Bergformationen, Täler, Bergseen versprechen eine großartige landschaftliche Schönheit und Vielfalt (Son Kul, Merzbacher See (Foto), Naryn) mit seltenen Tieren, wie den Schneeleoparden und das Marco-Polo-Schaft. Ein Muss für jeden Besucher ist der wunderschöne, glasklare Issyk-Kul See.

M 2 | Touristische Infrastruktur

Kirgistan ist eine parlamentarisch-präsidentielle Demokratie, die seit 1991 unabhängig ist und als weitgehend sicher gilt. Für deutsche Staatsangehörige besteht keine Visapflicht für einen Zeitraum von 60 Tagen. Vor allem in Bischkek, der Hauptstadt gibt es viele Hotels und Unterkünfte (2017: 94), Restaurants, Cafés (2017: 355) aller Preiskategorien und Standards. In den



ländlichen Regionen gibt es allerhand Jurten Camps und Gästehäuser, wo man ab 8 € die Nacht mit Frühstück übernachten kann. Diverse internationale Airlines fliegen Bischkek regelmäßig aus diversen Städten aus Deutschland an und man benötigt ca. 10-14 Stunden aus Deutschland und es kostet 400 bis 700 € je nach Reisezeit und -anbieter. In Kirgisistan gibt vielfältige Angebote von einheimischen Reiseagenturen für Touristen von der Besichtigung kultureller Stätten, über Wanderungen, Pferdeausflügen, Jeep-Touren, Rafting und vieles mehr. Vor allem die Verkehrsinfrastruktur (Straßen, ÖPNV) und die Qualität des Gesundheitssystems des Landes entspricht nicht den europäischen Standards.

M 3 | Kultur und Entwicklung

Eine Besonderheit des Landes:
Die reizvolle und einmalige kulturelle Andersartigkeit. Die nomadische Kultur mit ihren Jurten, das Filzen als traditionelle Handwerkstechnik, die Esstradition sowie die Sprache, weiterhin das Vorhandensein vieler Unesco-Weltkulturerbestätten (z.B.



Tempelanlagen in Osh, Buran-Tower) macht Kirgistan für ausländische Touristen sehr attraktiv. Es ist ein spannendes mit- und nebeneinander von Tradition und Moderne. Dabei ist Kirgistan ein Binnenland, mit einer schwach entwickelten Wirtschaft (8,08 Mrd. USD BIP), hohem Fortzug (ca. 600.000 Arbeitsmigranten allein in Russland), welches zu den Entwicklungs-/ Schwellenländern (Index menschlicher Entwicklung (HDI) von 0,672, Platz 122) gehört.

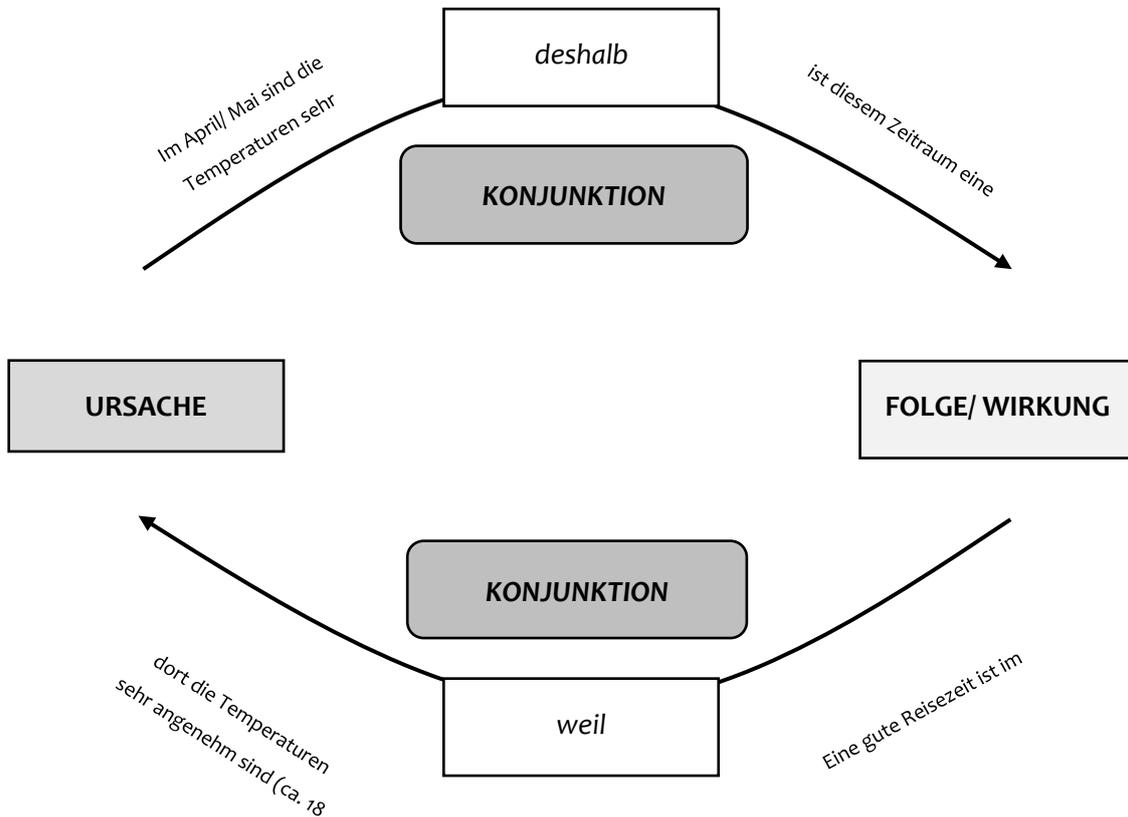
Wortspeicher | Wichtige Wörter kurz erklärt

KIRGISISCH	RUSSISCH	DEUTSCH
Мүмкүн болгон, мүмкүнчүлүгү, потенциалы	потенциал	das Potenzial
Жеткиликтүүлүк, бар болуусу	доступность	die Erreichbarkeit
рельеф	рельеф	das Relief
континенталдык	континентальный	kontinental
Транспорттук инфраструктура	Транспортная инфраструктура	die Verkehrsinfrastruktur
Башкачалуулук, ар түрдүүлүк	Иной, другого рода	die Andersartigkeit
кыймыл	движение	der Fortzug
Дүйнөлүк баалуу мурастары	Объект всемирного наследия	die Weltkulturerbestätte
Коомдук транспорт	Общественный транспорт	der öffentliche Personen-Nahverkehr
Контекстке таасири	Контекст воздействия	der Wirkungszusammenhang

WARUM SOLLTE ANGELIKA H. NACH KIRGISISTAN REISEN?

-Unterstützungsblatt-

Wirkungszusammenhang | Ursache und Wirkung sprachlich darstellen



Übersicht über Konjunktionen | Ursache und Wirkung sprachlich verknüpfen

Weil	dann	deshalb	so dass
Deswegen	wenn	demnach	daraus ergibt sich
Denn	folglich	Wie	Nachdem
Infolgedessen	führt zu	doch	daraus folgt
Da	auf Grund	durch	
Sondern	umso - desto	bedingt	Damit

WARUM SOLLTE ANGELIKA H. NACH KIRGISISTAN REISEN?

-Ergebnisblatt-

The form is a template for a result sheet. It features a central grey oval containing the question: "WARUM SOLLTE ANGELIKA H. NACH KIRGISISTAN REISEN?". Surrounding this central oval are ten light grey rectangular boxes with rounded corners, arranged in two columns of five. Each box is intended for a student to write their answer to the central question. The boxes are connected to the central oval by thin lines, suggesting they are part of a larger, foldable sheet.

Anhang 3: Metakognitive Methoden zur Förderung des Metagedächtnisses und Metastrategien beim Problemlösungsprozess in Teilstudie 3

Thema 1:

WEIHNACHTSGESCHENKE ONLINE KAUFEN?

Hintergrund:

Leon (Schüler, 17 Jahre alt) steht jedes Jahr vor einer ähnlichen Herausforderung: Weihnachten steht vor der Tür. Mittlerweile ein Fest des Schenkens und des Beschenkt-Werdens. Geschenke müssen besorgt werden für Eltern, Geschwister, Großeltern, Freunde und Bekannte. Im Durchschnitt gibt ein Erwachsener ca. 500 € (Stand: 2019) für Weihnachtsgeschenke aus. Immer mehr Menschen kaufen Waren online ein. Allein die 10 größten Online-Shops hatten 2019 einen Umsatz von ca. 21 Mrd. €.

Leitfrage:

Amazon, Zalando, Mediamarkt- Welche Ursachen und Auswirkungen hat der Kauf von Weihnachtsgeschenken über den Online-Versandhandel?

Aufgaben:

1. Entwickle Kausalbeziehungen (ein innerer Zusammenhang/ wechselseitiges Verhältnis) zwischen den vorgegebenen Begriffen oder Begriffen deiner Wahl (grau Felder).
 - a. Einige Begriffe sind als Unterstützung vorgegeben. Entwickle, wenn du möchtest, eigene Begriffe, die Ursachen oder Auswirkungen zur Leitfrage darstellen (**M 1**).
 - b. Nutze bei Schwierigkeiten und Fragen, bei der Entwicklung von Kausalbeziehungen, das Unterstützungsblatt (**U 2**).
 - c. Notiere deine Kausalbeziehungen in ganzen Sätzen auf das Arbeitsblatt 1 (**M 2**).
2. Verfasse auf Grundlage der entwickelten Kausalbeziehungen eine zusammenfassende, begründete Antwort auf die Leitfrage (**M 3**).

Was ist eine Kausalbeziehung?

Eine Kausalbeziehung ist eine Verknüpfung zwischen einer Ursache und einer Wirkung zwischen mindestens zwei Elementen eines Systems. Eine Ursache kann auch mehrere Wirkungen haben oder

Thema 2:

VERPACKUNGSMÜLL REDUZIEREN?!

Hintergrund:

Nellya, ist 16, wohnt in Greven und besucht eine Gesamtschule. Sie liest in einen Post auf Instagram, dass jeder Deutsche mehr als 227 Kilogramm Müll im Jahr produziert. Dabei ist vor allem der Müll von Papier und Plastikmüll deutlich gestiegen. Gerade das Liefern von Essen, der Einweg-Kaffeebecher für Unterwegs oder plastikverpackte Sandwich to go produziert immens viel Müll und verbraucht allerhand Ressourcen. Sie fragt sich: Soll das so weitergehen? Warum kommt es zu dieser Situation? Was kann ich machen, um Müll zu vermeiden?

Leitfrage:

Kaffee, Salat, Sandwich und Burger to- go?! - Welche Ursachen und Auswirkungen hätte ein Verbot von Einwegverpackungen?

Aufgaben:

1. Entwickle Kausalbeziehungen (ein innerer Zusammenhang/ wechselseitiges Verhältnis/ kausale Verknüpfung) zwischen den vorgegebenen Begriffen oder Begriffen deiner Wahl (grau Felder).
 - a. Einige Begriffe sind als Unterstützung vorgegeben. Entwickle, wenn du möchtest, eigene Begriffe, die Ursachen oder Auswirkungen zur Leitfrage darstellen (**M 1**).
 - b. Nutze bei Schwierigkeiten und Fragen, bei der Entwicklung von Kausalbeziehungen, das Unterstützungsblatt (**U 1- U 2**).
 - c. Notiere deine Kausalbeziehungen in Form eines Fließtextes auf das Arbeitsblatt 1 (**M 2**).
2. Verfasse auf Grundlage der entwickelten Kausalbeziehungen eine zusammenfassende, begründete Antwort auf die Leitfrage (**M 3**).

Was ist eine Kausalbeziehung?

Eine Kausalbeziehung ist eine Verknüpfung zwischen einer Ursache und einer Wirkung zwischen mindestens zwei Elementen eines Systems. Eine Ursache kann auch mehrere Wirkungen haben oder

- UNTERSTÜTZUNGSBLATT 1: DEIN HANDLUNGSPLAN ZUR PROBLEMLÖSUNG -

! Wichtig bitte zuerst sorgfältig lesen und dann die einzelnen Schritte bearbeiten!

Eine Antwort auf die Problemfrage zu finden, ist ein Prozess, der verschiedene Phasen beinhaltet. Wichtig ist dabei, sich bewusst zu machen, was das Ziel ist und wie man vorgehen will, um eine differenzierte Lösung zu finden. Ein erster Schritt zum Erfolg ist eine gute Vorbereitung, d.h. deinen Lösungsprozess zu planen.

! Bitte hier beginnen!

Schritt 1: PROBLEM LESEN UND VERSTEHEN

- Schreibe kurz und präzise mit eigenen Worten, was ist das Problem und was ist das Ziel?

Schritt 2: VORWISSEN AKTIVIEREN

- Ergänze die Mind-Map und notiere dein Vorwissen zum Thema.

Welche Ursachen oder Effekte kennst du für das Problem? Welche Akteure profitieren oder verlieren bei dem Problem? Welche Faktoren und Prozesse sind bei dem Problem wichtig? Ergänze die Mind-Map und notiere dein Vorwissen zum Thema.

SCHRITT 3: VORGEHEN FESTLEGEN

- Überlege kurz, wie du vorgehen willst! Notiere deine nächsten Schritte kurz schriftlich.

Was sind zentralen Informationen? Wo bist du noch unsicher? Was kannst du tun, um diese Unsicherheit zu beheben?

SCHRITT 4. KAUSALZUSAMMENHÄNGE ENTWICKELN

- *Multikausalität* bedeutet so viel wie, dass eine (Aus-)Wirkung auf mehreren Ursachen beruht oder eine Ursache mehrere Effekte bewirken kann. Entwickle kausale Zusammenhänge mithilfe deiner Vorarbeiten.

Welche Ursachen für das Problem gibt es? Was würde passieren, wenn das Problem bestehen bleibt? Welche Auswirkungen betreffen dich und dein Umfeld am stärksten? Welche Wirkungen hat das Problem sowie einzelne Prozesse auf dich, auf andere oder die Umwelt?

SCHRITT 5. PROBLEM LÖSEN- KAUSALBEZIEHUNGEN FORMULIEREN

- Formuliere Kausalzusammenhänge aufgrund deiner Vorarbeiten. Nutze bei Unsicherheiten das Unterstützungsblatt.

Was unterscheidet Ursache und Wirkung? Wie erkläre ich die Richtung und Stärke der Wirkung richtig? Hat eine Ursache mehrere Wirkungen/ Effekte auf Faktoren des Problems?

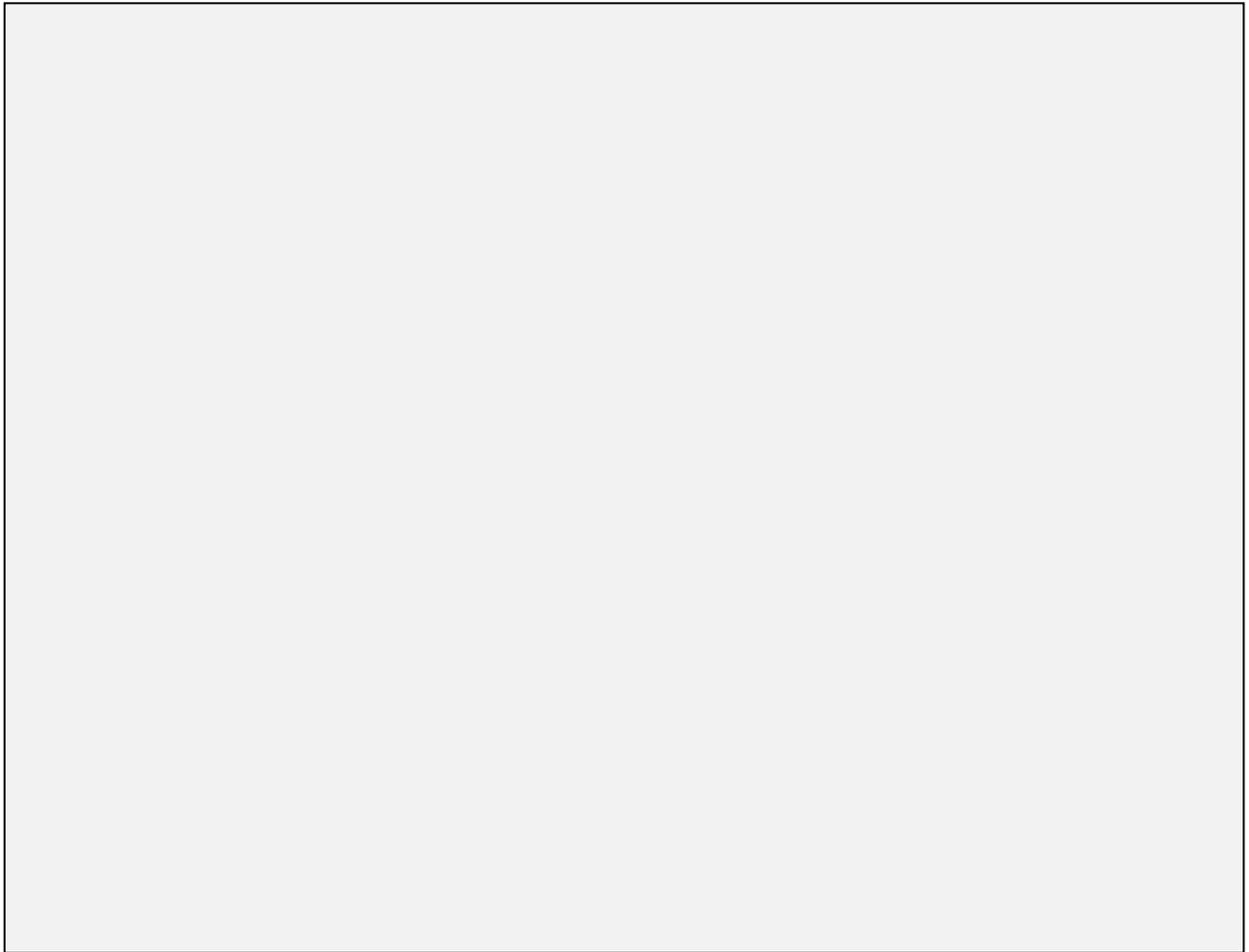
FORMULIERE NUN DEINE KAUSALBEZIEHUNGEN AUF DEM ARBEITSBLATT.

SCHRITT 6. KAUSALBEZIEHUNGEN PRÜFEN

- Prüfe deine Ergebnisse auf sprachliche und kausale Richtigkeit.

Hast du Ursache und Wirkungen richtig zugeordnet? Hast du multikausale Verknüpfungen entwickelt? Sind die entwickelten Wirkungsbeziehungen logisch? Bist du zufrieden mit dem Ergebnis?

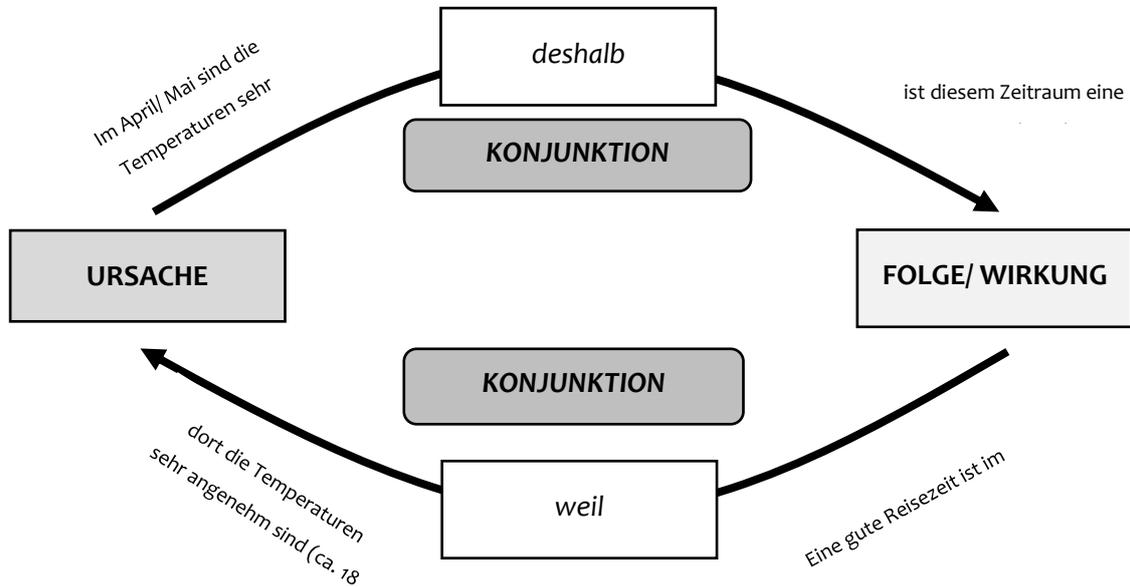
**PRÜFE DEINE KAUSALBEZIEHUNGEN AUF DEM ARBEITSBLATT AUF SPRACHLICHE UND
KAUSALE RICHTIGKEIT.**



-Unterstützungsblatt 2: Kausalität und Sprache-

Hier findest du sprachliche Mittel für die Formulierung von Wirkungszusammenhängen.

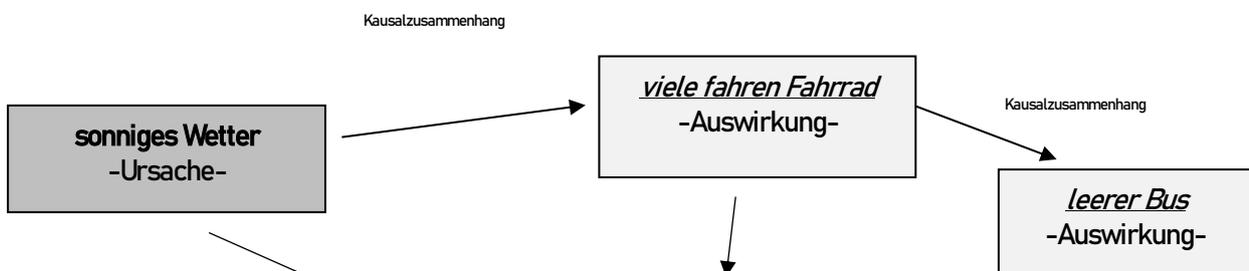
U 1 | Wirkungszusammenhang | Ursache und Wirkung sprachlich darstellen



U 2 | Übersicht über Konjunktionen | Ursache und Wirkung sprachlich verknüpfen

Weil	dann	deshalb	so dass
deswegen	wenn	demnach	daraus ergibt sich
Denn	folglich	Wie	nachdem
infolgedessen	führt zu	doch	daraus folgt
Da	auf Grund	durch	
sondern	umso - desto	bedingt	Damit

U 3 | Multikausale_Wirkungszusammenhänge | Mehrere Ursachen und mehrere Wirkungen sprachlich darstellen



Beispielsatz: Ist das Wetter sonnig, fahren viele Menschen mit dem Fahrrad und deswegen ist der Bus meist leer.

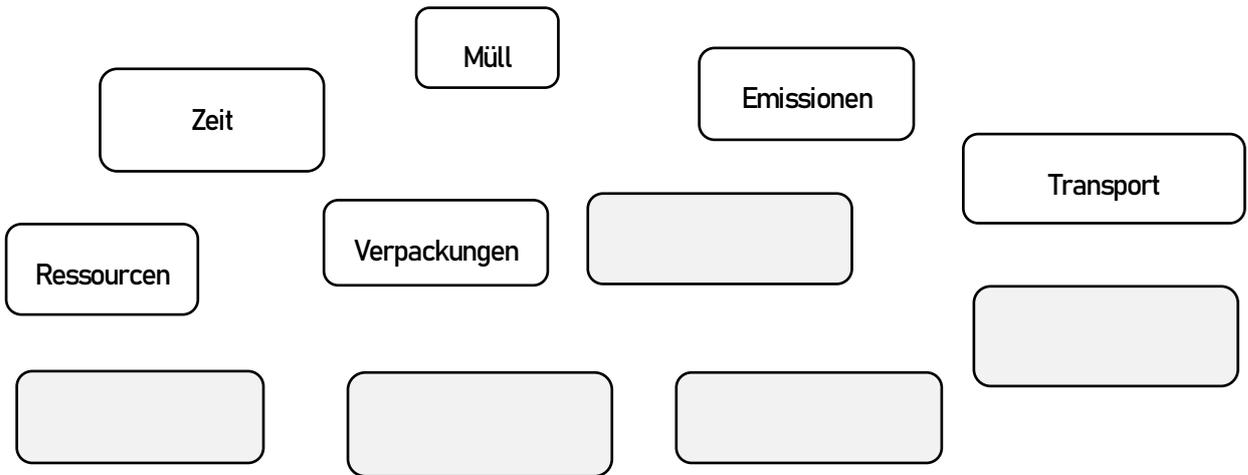
Aufgaben:

1. Entwickle Kausalbeziehungen (ein innerer Zusammenhang/ wechselseitiges Verhältnis) zwischen den vorgegebenen Begriffen oder Begriffen deiner Wahl (grau Felder).

- a. Einige Begriffe sind als Unterstützung vorgegeben. Entwickle, wenn du möchtest, eigene Begriffe, die Ursachen oder Auswirkungen zur Leitfrage darstellen (M1).
- b. Nutze bei Schwierigkeiten und Fragen, bei der Entwicklung von Kausalbeziehungen, das Unterstützungsblatt 2 (U1-U3).
- c. Notiere deine Kausalbeziehungen in Form in ganzen Sätzen auf das Arbeitsblatt 1 (M2).

! BITTE ERST NACH BEARBEITUNG VON UNTERSTÜTZUNGSBLATT 1 !

M 1 | Begriffe zum Thema



M 2 | Welche Ursachen und Auswirkungen hat der Kauf von Weihnachtsgeschenken über den Online Versandhandel?

<i>Hier ist Platz für deine Lösungen. Bitte antworte in ganzen Sätzen.</i>	Bitte nicht beschreiben!
<i>Hier nochmal das Beispiel vom Übungsblatt: Ist das Wetter sonnig, fahren viele Menschen mit dem Fahrrad und</i>	
<i>deswegen ist der Bus meist leer.</i>	

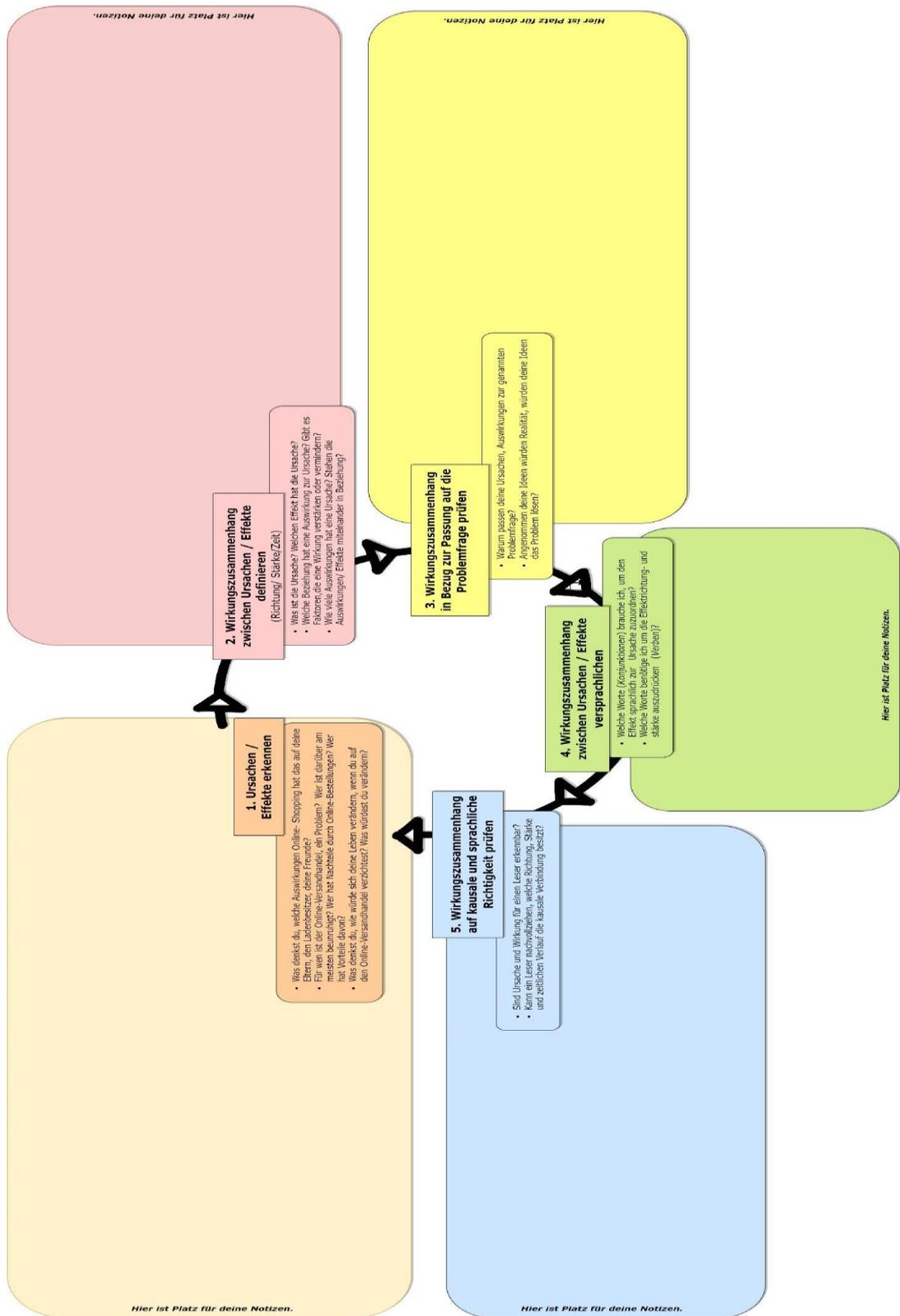
Aufgabe:
 2. Verfasse auf Grundlage der entwickelten Kausalbeziehungen eine zusammenfassende, begründete Antwort auf die Leitfrage

M 3 | Meine Antwort auf die Leitfrage

Amazon, Zalando, Mediamarkt- Welche Ursachen und Auswirkungen hat der Kauf von Weihnachtsgeschenken über den Online Versandhandel?

Antwort	<i>Hier ist Platz für deine Lösungen. Bitte antworte in ganzen Sätzen.</i>	Bitte nicht beschreiben!

Unterstützungsblatt 1: Im Kreis(lauf) denken - Kausalbeziehungen erkennen und entwickeln



- Arbeitsblatt 1 -

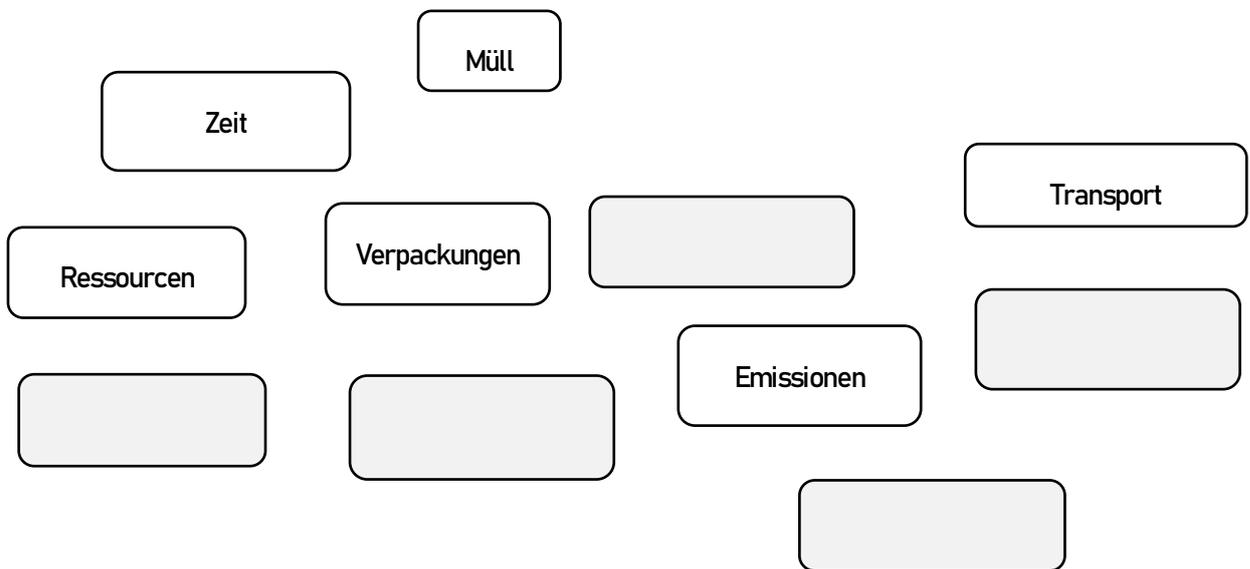
Aufgaben:

1. Entwickle Kausalbeziehungen (ein innerer Zusammenhang/ wechselseitiges Verhältnis) zwischen den vorgegebenen Begriffen oder Begriffen deiner Wahl (grau Felder).

- a. Einige Begriffe sind als Unterstützung vorgegeben. Entwickle, wenn du möchtest, eigene Begriffe, die Ursachen oder Auswirkungen zur Leitfrage darstellen (M1).
- b. Nutze bei Schwierigkeiten und Fragen, bei der Entwicklung von Kausalbeziehungen, das Unterstützungsblatt 2 (U1-U3).
- c. Notiere deine Kausalbeziehungen in Form in ganzen Sätzen auf das Arbeitsblatt 1 (M2).

! BITTE DIE KAUSALBEZIEHUNGEN ZUSAMMEN MIT DEM UNTERSTÜTZUNGSBLATT 1 ERSTELLEN!

M 1 | Begriffe zum Thema



M 2 | Welche Ursachen und Auswirkungen hat der Kauf von Weihnachtsgeschenken über den Onlineversandhandel?

<i>Hier ist Platz für deine Lösungen. Bitte antworte in ganzen Sätzen.</i>	Bitte nicht beschreiben!
<i>Hier nochmal das Beispiel vom Übungsblatt: Ist das Wetter sonnig, fahren viele Menschen mit dem Fahrrad und</i>	
<i>deswegen ist der Bus meist leer.</i>	

--	--

Aufgabe:
 2. Verfasse auf Grundlage der entwickelten Kausalbeziehungen eine zusammenfassende, begründete Antwort auf die Leitfrage

M 3 | Meine Antwort auf die Leitfrage

Amazon, Zalando, Mediamarkt- Welche Ursachen und Auswirkungen hat der Kauf von Weihnachtsgeschenken über den Online Versandhandel?

Antwort	<i>Hier ist Platz für deine Lösungen. Bitte antworte in ganzen Sätzen.</i>	Bitte nicht beschreiben!

Reflexionsphase nach dem Problemlösungsprozess

Multikausalität bedeutet so viel wie, dass eine (Aus-)Wirkung auf mehreren Ursachen beruht oder eine Ursache mehrere Effekte bewirken kann. In der Aufgabe rund um den Verpackungsmüll, solltest du multikausale Verknüpfungen entwickeln. Denke an deinen Arbeitsprozess und deine Ergebnisse: Wie schätzt du deine eingesetzten Strategien und die Qualität deiner Ergebnisse bzw. deiner Lösungen ein?

Aufgabe:

A. ZIELERREICHUNG

1. Was war das Problem und das Ziel der Aufgabe? Erkläre kurz mit eigenen Worten.

2. Bist du der Meinung eine komplexe und umfangreiche Lösung für das Problem gefunden zu haben? Bewerte kurz mit eigenen Worten.

3. Erkläre und begründe, ob du das Ziel erreicht hast multikausale Verknüpfungen für die Beantwortung der Problemfrage zu erstellen.

B. SELBSTEINSCHÄTZUNG

4. Stelle kurz dar, wie zufrieden du mit deinen erzielten Ergebnissen bist.

5. Überlege kurz. Hättest du noch weitere Perspektiven von Akteuren (z.B. Familien, Unternehmen) berücksichtigen können, um multikausale Verknüpfungen zu entwickeln?

C. EINGESETZTE STRATEGIEN

6. Erkläre kurz, wie du vorgegangen bist beim Erstellen multikausaler Verknüpfungen. Welche Arbeitsschritte hast du vollzogen und wie zielführend waren diese rückblickend?

7. Beschreibe kurz, was ist für dich leicht oder besonders schwer beim Erstellen multikausaler Verknüpfungen?

8. Was hast du gemacht als Probleme und Schwierigkeiten auftraten, beim Finden von Ursachen und Auswirkungen? Erkläre.

D. WAS MACHE ICH DAS NÄCHSTE MAL ANDERS?

9. Erkläre kurz, was würdest du beim nächsten Mal anders machen beim Lösen der Aufgabe.

10. Beschreibe, wie würdest du das nächste Mal multikausale Verknüpfungen erstellen, um deine Ergebnisse zu verbessern?

12 Eigene Beteiligungen an den kumulierten Veröffentlichungen

Titel: Formulierung von fachlichen Beziehungen - Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Formulierung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht

AutorInnen: Johannes Heuzeroth & Alexandra Budke

Status: veröffentlicht

Journal: Zeitschrift für Geographiedidaktik / journal of geography education

Review: double-blind peer review

Jahr: 2021

Ausgabe: 49(1)

Seiten: 14–31.

Eigener Beitrag: Konzeptualisierung des theoretischen und methodischen Rahmens, Datenerhebung, Datenauswertung, Visualisierungen, Verfassen des Manuskripts, Überarbeitung des Manuskripts

Online unter: <https://doi.org/10.18452/23166>

Titel: The Effects of Multilinguality on the Development of Causal Speech Acts in the Geography Classroom

AutorInnen: Johannes Heuzeroth & Alexandra Budke

Status: veröffentlicht

Journal: Education science

Review: double-blind peer review

Jahr: 2020

Ausgabe: 10 (11)

Seiten: 1-24.

Eigener Beitrag: Konzeptualisierung des theoretischen und methodischen Rahmens, Datenerhebung, Datenauswertung, Visualisierungen, Verfassen des Manuskripts, Überarbeitung des Manuskripts

Online unter: <https://doi.org/10.3390/educsci10110299>

Titel: **Metacognitive strategies for developing complex geographical causal structures – an interventional study in the geography classroom**

AutorInnen: Johannes Heuzeroth & Alexandra Budke

Status: veröffentlicht

Journal: European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education

Review: single-blind peer review

Jahr: 2021

Ausgabe: 11 (2)

Seiten: 382–404

Eigener Beitrag: Konzeptualisierung des theoretischen und methodischen Rahmens, Datenerhebung, Datenauswertung, Visualisierungen, Verfassen des Manuskripts, Überarbeitung des Manuskripts

Online unter: <https://doi.org/10.3390/ejihpe11020029>

13 Erklärung gemäß § 7 Absatz 8

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig und ohne die Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel und Literatur angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Ich versichere an Eides statt, dass diese Dissertation noch keiner anderen Fakultät oder Universität zur Prüfung vorgelegen hat; dass sie - abgesehen von unten angegebenen Teilpublikationen und eingebundenen Artikeln und Manuskripten - noch nicht veröffentlicht worden ist sowie, dass ich eine Veröffentlichung der Dissertation vor Abschluss der Promotion nicht ohne Genehmigung des Promotionsausschusses vornehmen werde. Die Bestimmungen dieser Ordnung sind mir bekannt. Darüber hinaus erkläre ich hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten der Universität zu Köln gelesen und sie bei der Durchführung der Dissertation zugrundeliegenden Arbeiten und der schriftlich verfassten Dissertation beachtet habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen. Ich versichere, dass die eingereichte elektronische Fassung der eingereichten Druckfassung vollständig entspricht.

Teilpublikationen:

- Heuzeroth, J.; Budke, A. (2021) Formulierung von fachlichen Beziehungen - Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Formulierung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht. *Journal of Geography Education*, 49(1), 14–31. DOI: 10.18452/23166
- Heuzeroth, J.; Budke, A. (2020) The Effects of Multilinguality on the Development of Causal Speech Acts in the Geography Classroom. *Education Sciences* 2020, 10 (11), 1–24. DOI: 10.3390/educsci10110299.
- Heuzeroth, J.; Budke, A. (2021) Metacognitive strategies for developing complex geographical causal structures – an interventional study in the geography classroom. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education* 2021, 11, 382–404. DOI: 10.3390/ejihpe11020029

Münster, den 03.10.2021



Johannes Heuzeroth

14 Lebenslauf / Curriculum Vitae

Johannes Heuzeroth,

Oberstudienrat,

38 Jahre alt:

Meine Begeisterung

junge Menschen in ihrer Entwicklung zu begleiten

und meine Bereitschaft

deren Potenziale zu wecken sowie Schule innovativ und nachhaltig zu gestalten, zeichnen mich als Lehrer aus.



Berufliche Tätigkeiten/ Work Experience

08 2020 bis heute	Oberstudienrat an der Nelson-Mandela-Gesamtschule in Greven für die Fächer Geografie, GL/ Sozialwissenschaften, Praktische Philosophie/ Philosophie Ausbildungsbeauftragter der Nelson-Mandela-Gesamtschule
11 2020 bis heute	Lehrauftrag am Institut für Geographiedidaktik, Universität zu Köln (Frau Prof. Dr. A. Budke), „Didaktische Reduktion und Verdichtung im Geographieunterricht“ (online)
08 2018 – 07 2020	Landesprogrammlehrkraft (LPLK) am Sotylganow Gymnasium, Schule Nr. 69 in Bischkek/ Kirgisistan für Deutsch/ Deutsch als Fremdsprache
02 2011 – 07 2018	Studienrat/ Oberstudienrat am Städtischen Gymnasium St. Leonhard Aachen (SLG) für die Fächer Geografie, Politik/ Sozialwissenschaften, Praktische Philosophie/ Philosophie
09 2014 – 09 2021	Promotionstudent
04 2013 – 09 2013	Lehrauftrag am Institut für Geographiedidaktik, Universität zu Köln (Frau Prof. Dr. A. Budke), „Systemisch Denken lernen im Geographieunterricht“
02 2009 – 01 2011	Referendariat am Städtischen Gymnasium St. Leonhard Aachen/ Studienseminar Aachen, Abschluss 2. Staatsexamen (Gesamtnote: 1,4)

Studium / Higher Education

- 10 2002 – 12 2008 Studium an der TU Dresden, 1. Staatsexamen in den Fächern Geographie und Ethik/ Philosophie (Note: 2,1), Erweiterungsprüfung im Fach Gemeinschaftskunde/ Politik (Note: 1,5)
- 04 2005 – 09 2008 Studentische Hilfskraft an der TU Dresden, Fakultät Erziehungswissenschaften, Professur für Allgemeine Didaktik mit der Durchführung von Tutorien: „Grundlagen der Didaktik“ und „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“
- 09 2005 – 03 2006 Fremdsprachenassistent an der „Hermann Sudermann Schule“ in Klaipeda/ Litauen als Stipendiat der Robert-Bosch-Stiftung im Programm „Völkerverständigung macht Schule“

Schulausbildung / Education

- 08 1993 – 06 2001 Osterlandgymnasium in Gera mit dem Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife (Note: 2,9)
- 08 1989 – 07 1993 Staatliche Grundschule Pölzig

Begutachtete Veröffentlichungen / Refereed or Reviewed publications

- Demuth, S., Heuzeroth, J., & Schlosser, T. (angenommen, in Druck). Interaktivistan.de - Deutschlernen reversed. Zielsprache erlebbar machen. *Fremdsprache Deutsch*, 66.
- Heuzeroth, J., & Zippel, W. (2021). Mensch, wirf nicht weg! - Spielerisch ein Bewusstsein für den Umgang mit Lebensmitteln entwickeln. *Praxis Geographie*, 51(6), 22-27.
- Heuzeroth, J., & Zippel, W. (2021, 07.05.). *Mit Deutsch ins Tor! – Lernen an Stationen*. Pasch-net.de. <https://www.pasch-net.de/de/lernmaterial/sport-gesundheit/mit-deutsch-ins-tor-lernen.html>
- Heuzeroth, J., & Zippel, W. (2021, 01.03.). *Urlaub mal anders*. Pasch-net.de. <https://www.pasch-net.de/de/lernmaterial/sternchentexte/urlaub-mal-anders.html>
- Heuzeroth, J. (2020). Kirgistan- Perle Zentralasiens. *Praxis Geographie*, 50(11), 52-53.
- Heuzeroth, J. (2020). Ubar- Das Atlantis der Wüste. Mystery: Entstehung und Untergang einer Stadt. *Praxis Geographie*, 50(7-8), 52-54.
- Heuzeroth, J., & Scholz, J. (2020). Buchstabensuppe, Schildersalat, Straßenkauerwelsch?! - Mit Realbegegnungen Fachsprache lernen. *geographie heute*, 348, 44-47.
- Heuzeroth, J. & Scholz, J. (2020). Raumbezogener Spracherwerb als Konzept für die LehrerInnenbildung. Ein Erfahrungsbericht aus Bischkek/Kirgisistan. In: Böhnert,

- Katharina/Chouk, Idris/Maataoui, Moez (Hrsg.): *Gute Hochschullehre aus interkultureller Perspektive: Theorie - Empirie - (Best) Practice* (S. 195-206). Peter Lang.
- Heuzeroth, J. (2020). Ist der Tourismus eine Chance für Kirgisistan? Ökologische, soziale und ökonomische Konfliktdimensionen bei der Tourismusentwicklung. *geographie heute*, 347, 31-35.
- Heuzeroth, J. (2020) Die Arbeit mit Karten im fachsensiblen Sprachunterricht. Vom Punkt, vom Strich, von der Farbe zu Wissen und komplexen Erkenntnissen. In: Scholz, J./ Wassermann, M./ Zahn, J. (Hrsg.): *DaZ-Unterricht an Schulen. Didaktische Grundlagen und methodische Zugänge. Deutsch als Fremdsprache in der Diskussion* (S. 343-364). Peter Lang.
- Zippel, W., & Heuzeroth, J. (2020, 01.05.). *Inklusive Bildung in Deutschland: Dabei sein ist nicht alles*. Pasch-net.de. <https://www.pasch-net.de/de/lernmaterial/sternchentexte/inklusion.html>
- Heuzeroth, J. & Scholz, J. (2019). Die Suche nach dem Ü – Raumbezogener Spracherwerb mit Alphabetisierungsgruppen. *ALFA- Forum. Zeitschrift für Alphabetisierung und Grundbildung*, 96, 48-51.
- Heuzeroth, J. (2019). Wir nehmen mehr, als das Meer geben kann. Die Tragik der Allmende spielerisch entdecken. *Praxis Geographie*, 49(4), S. 14-18.
- Heuzeroth, J. (2018). An, auf, neben, hinter, über dem großen Berg?! Scaffoldingtechniken als ein Beispiel zur Bewältigung sprachlicher Heterogenität. *geographie heute* (340), 39-43.
- Heuzeroth, J. (2018). Alleinstehende, Greise und kleine Kaiser? - Die Bevölkerungsentwicklung Chinas mittels Zukunftsszenarien erarbeiten. *geographie heute* (339), 17-21.
- Heuzeroth, J. (2018). Smart Cities- Sprechende Müllcontainer, fliegende Kühlschränke und zählende Lampen. Auswirkungen der Digitalisierung auf die Entwicklung und das Leben in Städten. *Praxis Geographie*, 48(1), 9-11.
- Heuzeroth, J. (2018). Wer hat die Kokosnuss geköhlert? - Auswirkungen des Kaufes von Fairer Grillkohle. *geographie heute* (336), 30-34.
- Heuzeroth, J. (2017). Zuwanderung? Migration. Flucht! – Migrationsbiografien durch Filme fassbar machen. *Praxis Geographie*, 47(11), 34.
- Heuzeroth, J. (2017). Memory- Eine spielerische Form der Wiederholung erdkundlichen Wortschatzes. In A. Budke & M. Kuckuck (Hrsg.): *Sprache im Geographieunterricht, Bilinguale und sprachensible Materialien und Methoden* (S.71-81). Waxmann.
- Heuzeroth, J. (2016). Glühwein Economy- Das touristische Potenzial von Weihnachtsmärkten. *geographie heute* (331), 17-19.

Heuzeroth, J., & Probst, M. (2016). Die unsichtbaren Lebenslinien und Knotenpunkte des globalen Warenverkehrs- Schifffahrtsrouten und Containerhäfen mit Hilfe lebendiger Karten erarbeiten. *Praxis Geographie*, 46(10), 10-13.

Glatter, J., & Heuzeroth, J. (2015). Weihnachtsmärkte als Orte des Konsums. *Praxis Geographie*, 45(11), 52.

Heuzeroth, J., & Probst, M. (2014). We want power- Die Zukunft der Energieversorgung in Deutschland. *Praxis Geographie*, 44(9), 20-24.

Heuzeroth, J., & Probst, M. (2013). Kaufen, kochen- Tonne- Die globalen Folgen des Nahrungsmittelkonsums in Industrieländern. *Praxis Geographie*, 43(9), 20-24.

Heuzeroth, J., Probst, M. (2012). Europa bewegt die Jugend- Schüler erstellen ein Wirkungsgefüge zur räumlichen Mobilität in der EU. *Praxis Geographie*, 42(6), 19-21.

Vorträge/ Workshops/ Lehrveranstaltungen / Lectures/ Workshops

2021 Online-Seminar J. Heuzeroth & Wolf Zippel: Mit Deutsch ins Tor. Ein Online-Workshop zur Funktion von Sport zum Spracherwerb im DaF- Unterricht. Workshop gehalten im Rahmen eines Webinars der ZfA und des Goethe-Instituts am 11.05.2021.

2021 Online-Seminar J. Heuzeroth & Wolf Zippel: Spielerisch zur mündlichen Prüfung. Ein Online-Workshop zu Funktion von Körper, Sprache und Präsentationstechniken. Workshop gehalten im Rahmen eines Webinars der ZfA und des Goethe-Instituts am 06.04.2021.

2021 Online-Seminar J. Heuzeroth & Wolf Zippel: Kreative Methoden der Grafikanalyse. Ein Online-Workshop zur methodischen Arbeit mit Grafiken im DaF- Unterricht. Workshop gehalten im Rahmen eines Webinars der ZfA und des Goethe-Instituts am 16.02.2020.

2020 Vortrag Recherche und didaktische Umsetzung von Grafiken im Deutschunterricht an DSD-II-Schulen. Ein Vortrag zur Vorstellung von Tipps zur Recherche geeigneter Grafiken und der Methode des „Lebendigen Diagrammes“ als schüleraktivierende Form der Analyse und Bewertung von Grafiken zur Vorbereitung auf die schriftliche DSD II Prüfung. Vortrag gehalten im Rahmen eines Webinars der ZfA und des Goethe-Instituts am 13.11.2020

2020 Workshop J. Heuzeroth & V. Quitmann: Basic principle of textbook development. Ein Workshop zur Vermittlung grundlegender Prinzipien der Lehrbuchgestaltung, unter besonderer Berücksichtigung struktureller, wirkungsbedingter und

inhaltlicher Aspekte. Workshop gehalten im Rahmen eines Projektes der GIZ und KAO (Kirgisische Bildungsakademie) am 05.03.2020 in Bischkek/ Kirgisistan.

2020 Workshop J. Heuzeroth & V. Quitmann: Interrelation of educational standards, competences and instruction settings (tasks). Ein Workshop zur Vermittlung grundlegender Prinzipien der Curriculumsentwicklung, unter besonderer Berücksichtigung der Kompetenzorientierung im Unterricht. Workshop gehalten im Rahmen eines Projektes der GIZ und KAO (Kirgisische Bildungsakademie) am 27.02.2020 in Bischkek/ Kirgisistan.

2019 Workshop J. Heuzeroth: Sprachsensibler Fachunterricht. Ein Workshop zu den didaktischen Prinzipien und Methoden der Sprachförderung im Fachunterricht. Workshop gehalten am 14.07.2019 im Rahmen der Abschlussveranstaltung DaZ/ DaF Zertifikatskurses an der RWTH Aachen.

2019 Workshop J. Scholz & J. Heuzeroth: Buchstabensuppe, Schildersalat, Straßenkauerwelsch?! – Deutsch lernen mit und durch Realbegegnungen. Ein Workshop zur Funktion und Bedeutung des Raumes beim Spracherwerb. Workshop gehalten im Rahmen des 13. Deutschlehrertag am 26. und 27.04.2019 in Bischkek/ Kirgisistan.

2018 Workshop J. Scholz & J. Heuzeroth: Raum erzeugt Sprache- Sprache verändert Raum- Das Potenzial von Raumerfahrungen für den Spracherwerb. Ein Workshop mit Exkursion zur Verdeutlichung der Wirkung und Potenzial von Sprache im Raum für den Spracherwerb. Workshop gehalten im Rahmen der DaZ/ DaF- Ausbildung von Lehrenden (RWTH Aachen) am 16.06.2018 in Aachen.

2017 Workshop Sprache und Fach: Sprachensible Exkursionen im Fach Erdkunde. Ein Workshop mit Exkursion zur Verdeutlichung der Wirkung und Potenzial von Sprache im Raum für den Spracherwerb. Workshop gehalten im Rahmen der DaZ/ DaF- Ausbildung von Lehrenden (RWTH Aachen) am 04.11.2017 in Aachen.

Münster, 03. Oktober 2021

Johannes Heuzeroth