

Jannick Hempowicz

Systemorganisations- kompetenz im Geographieunterricht

Diese Arbeit wurde als Dissertationsschrift zur Erlangung des Doktorgrades der Pädagogischen Wissenschaften (Dr. paed.) an der Naturwissenschaftlichen Fakultät III der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg angenommen unter dem Titel:

Dem System auf der Spur -
Videobasierte Fallanalysen zur geographischen Systemorganisationskompetenz von Schüler*innen im Rahmen der Mystery-Methode

Erstgutachter: Prof. Dr. Martin Lindner
(Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)

Zweitgutachter: Prof. Dr. Stephan Schuler
(Pädagogische Hochschule Ludwigsburg)

Geographiedidaktische Forschungen

Herausgegeben im Auftrag des Hochschulverbandes für Geographiedidaktik e.V. von M. Hemmer, Y. Krautter und J. C. Schubert
Schriftleitung: S. Höhnle

Jannick Hempowicz:
Systemorganisationskompetenz im Geographieunterricht.
Videobasierte Fallanalysen von Schüler*innen im Rahmen der Mystery-Methode.

© 2021 Jannick Hempowicz
Alle Rechte vorbehalten

Herstellung und Verlag: BoD, Norderstedt

Geographiedidaktische Forschungen

Herausgegeben im Auftrag des
Hochschulverbandes für Geographiedidaktik e.V.
von

Michael Hemmer

Yvonne Krautter

Jan C. Schubert

Frühere Herausgeber waren Jürgen Nebel (bis 2017),
Hartwig Haubrich (bis 2013), Helmut Schrettenbrunner (bis 2013)
und Arnold Schultze (bis 2003).

Jannick Hempowicz

Systemorganisations- kompetenz im Geographieunterricht

Videobasierte Fallanalysen von Schüler*innen im
Rahmen der Mystery-Methode

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über dnb.dnb.de abrufbar.

© 2021 Jannick Hempowicz
Alle Rechte vorbehalten

Herstellung und Verlag: BoD, Norderstedt

ISBN 978-3-75432-790-6

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei all denjenigen bedanken, die maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

In erster Linie bedanke ich mich bei meinem Doktorvater, Prof. Dr. Martin Lindner, für die vielseitige, immer freundliche und engagierte Unterstützung. Vor allem das große Vertrauen in meine Arbeitsweise hat mich immer wieder motiviert.

Ein großer Dank gilt auch der Arbeitsgruppe der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Allen voran bedanke ich mich bei Dr. Anne-Kathrin Lindau, die zu jeder Zeit ein offenes Ohr hatte, sowohl im Rahmen der Dissertation als auch im Privaten. Ihre konstruktiven Anmerkungen und unzähligen Gespräche haben die Dissertation überhaupt erst möglich gemacht. Die anderen Doktorand*innen und Mitarbeiter*innen der Arbeitsgruppe Tom Renner, Daniela Hottenroth, Lukas Recknagel, Theresa van Aken, Christian Kubat, Louise Bindel und Fabian Mohs verdienen ebenfalls den allergrößten Dank. Wir sind gemeinsam durch Höhen und Tiefen unserer Arbeiten gegangen und standen uns immer als eingeschworene Gruppe bei. Vor allem inhaltlich und methodisch habe ich durch euch jederzeit die bestmögliche Unterstützung bekommen.

Ein zentraler Bestandteil meiner Arbeit sind die empirischen Daten, welche ich an zwei Schulen erheben durfte. Aus diesem Grund möchte ich mich ganz herzlich bei Robert Hartmann und Daniela Hottenroth als Fachlehrer*innen sowie allen beteiligten Schüler*innen bedanken. Für die Transkription der Videopassagen möchte ich an dieser Stelle einer Vielzahl von Freund*innen danken, die in mühevollen Stunden nie die Aufmerksamkeit verloren haben. Allen weiteren Freundinnen und Freunden, die mich während dieser Zeit mit all ihrer Geduld und ihrem Zuspruch unterstützt haben, gilt ebenso mein größtmöglicher Dank.

Zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern, meiner Schwester und meinen Großeltern bedanken. Eure unbändige Unterstützung während der letzten Jahre, euer Rückhalt und euer Vertrauen in meine Arbeit haben mir viel Kraft gegeben. Allen voran mein Vater hat mir immer wieder gezeigt, wie wertvoll es ist, Dinge, die sich manchmal als schwierig erweisen, trotzdem in Angriff zu nehmen und das bestmögliche daraus zu machen. Ohne ihn hätte ich nicht die Entschlossenheit entwickelt, die es braucht, um solch eine Arbeit zu verfassen. Ein ausdrücklicher Dank gilt Anne. Sie hat mich während der gesamten letzten Jahre dabei unterstützt, kleine und große Rückschläge zu überwinden, aber auch Teilerfolge zu feiern. Sie hat es geschafft, mich immer wieder zu motivieren und mir das Leben in anstrengenden Phasen so leicht wie möglich zu machen. Danke für alles.

Berlin, im Mai 2020

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis.....	XIII
1. Einleitung	1
2. Theoretische Grundlagen und Forschungsstand	6
2.1 Systemkompetenz im Fach Geographie.....	7
2.1.1 Der Systembegriff aus geographischer Perspektive	7
2.1.2 Vom Denken in Systemen zu einer geographischen Systemkompetenz	11
2.1.3 Kompetenzmodelle geographischer Systemkompetenz.....	15
2.1.3.1 Kompetenzstruktur- und -stufenmodell zur geographischen Systemkompetenz nach Mehren et al. (2016).....	16
2.1.3.2 Freiburger Kompetenzstrukturmodell zum systemischen Denken nach Rieß et al. (2015)	19
2.1.3.3 Das HEIGIS GSK-Modell nach Viehrig et al. (2011).....	22
2.1.3.4 Bewertung der Kompetenzmodelle zur geographischen Systemkompetenz	23
2.1.4 Systemorganisation und Modellbildung.....	26
2.1.4.1 Modellbildung als Fähigkeit zur Systemorganisation.....	26
2.1.4.2 Wissensrepräsentation und Darstellung kognitiver Strukturen.....	28
2.1.5 Komplexität als Herausforderung bei der Organisation geographischer Systeme.....	33
2.2 Der Thinking-Through-Geography-Ansatz (TTG).....	37
2.2.1 Hintergründe und Leitziele des TTG-Ansatzes	37
2.2.2 Denken und Lernen als Perspektiven des TTG-Ansatzes	41
2.2.3 Der TTG-Ansatz und Konzepte geographischen Denkens	43
2.2.4 Die Mystery-Methode als Lernmethode des TTG-Ansatzes.....	45

2.2.5	Ausgewählte Design-Prinzipien der Mystery-Methode	52
2.2.5.1	Problemorientierung	53
2.2.5.2	Kollaboratives Lernen	55
2.2.5.3	Vorstrukturierte Offenheit/ Scaffolding	58
2.2.5.4	Graphische Repräsentation	58
2.3	Zusammenfassende Erkenntnisse für die vorliegende Arbeit und Konkretisierung der Fragestellung	60
2.3.1	Systemorganisationskompetenz und Problemorientierung	60
2.3.2	Systemorganisationskompetenz und kollaboratives Lernen	61
2.3.3	Systemorganisationskompetenz und vorstrukturierte Offenheit/ Scaffolding	63
2.3.4	Systemorganisationskompetenz und graphische Repräsentationen	64
3.	Darstellung der Unterrichtseinheit „Rosenanbau am Naivasha-See (Kenia)“	65
3.1	Inhalte der Unterrichtseinheit	65
3.2	Didaktische und methodische Begründungen der Unterrichtseinheit	69
4.	Methodik	74
4.1	Untersuchungsdesign der Studie	74
4.1.1	Die Fallstudie als Forschungsmethodologie	74
4.1.2	Ableitungen für das forschungspraktische Vorgehen	77
4.2	Methoden der Datenerhebung und Datenauswertung	82
4.2.1	Kompetenztest zur Erfassung geographischer Systemkompetenz	83
4.2.1.1	Datenerhebung mit der Testaufgabe „Tropischer Regenwald“	88
4.2.1.2	Datenauswertung und Bildung von Kleingruppen	90
4.2.2	Concept Maps	92
4.2.3	Schriftliche Antwortsätze	100
4.2.4	Videographie und Videoanalyse	102
4.2.4.1	Methodische Vorgehensweise bei der Videoanalyse	102
4.2.4.2	Deskriptive Analyse des Arbeitsprozesses	104
4.2.4.3	Analyse der systemorganisierenden Handlungen	108

4.2.4.4	Identifizierung kollaborativer Handlungsmuster und diskursiver Auseinandersetzungen	115
4.2.4.5	Ergänzende Analyseschwerpunkte der Videoanalyse.....	117
5.	Ergebnisse der Fallstudie	119
5.1	Fallauswahl anhand der Analyse der Concept Maps.....	119
5.2	Ergebnisse der Cross-Case-Analyse.....	120
5.3	Within-Case-Videoanalysen	127
5.3.1	Fall 1: Gruppe G01 (leistungshomogen, hohes Systemkompetenzniveau)	128
5.3.2	Fall 2: Gruppe G09 (leistungshomogen, niedriges Systemkompetenzniveau)	144
5.3.3	Fall 3: Gruppe G06 (leistungshomogen, mittleres Systemkompetenzniveau)	160
5.3.4	Fall 4: Gruppe G08 (leistungsheterogen)	175
6.	Diskussion der Ergebnisse und Perspektiven für einen systemorganisierenden Geographieunterricht.....	194
6.1	Systemorganisationskompetenz und Schlüsselemente für die Lösung eines komplexen Problems	194
6.2	Systemorganisationskompetenz und kollaborative Handlungsweisen und -muster.....	199
6.3	Systemorganisationskompetenz und die Anbahnung einer hohen Eigenkomplexität	205
6.4	Systemorganisationskompetenz und die Visualisierung systemischer Zusammenhänge.....	210
6.5	Beurteilung der Güte der Untersuchung.....	214
7.	Fazit und Ausblick	217
	Literaturverzeichnis	223
	Anhang.....	241

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Grundlegende Aspekte der vorliegenden Studie in Anlehnung an das Dreieck der Theoriebildung fachdidaktischer Entwicklungsforschung (angelehnt an PREDIGER 2017)	4
Abb. 2	Netzwerkartige Übersicht des theoretischen Rahmens des Forschungsprojektes (eigene Darstellung)	6
Abb. 3	Bestandteile eines Systems (verändert nach ARNDT 2017, S. 11 und BOSSEL 2004, S. 36)	9
Abb. 4	Das Systemkonzept als Grundlage zur Analyse von Räumen im Fach Geographie (DGFG 2017, S. 11)	12
Abb. 5	Prozess der Modellbildung (verändert nach ESCHENHAGEN ET AL. 1996)	27
Abb. 6	Hierarchische Wissensrepräsentation (verändert nach AUSUBEL 1968)	29
Abb. 7	Hierarchische Concept Map nach NOVAK ET AL. (1984)	30
Abb. 8	Propositionales Netzwerk (verändert nach RUMELHART, NORMAN 1978)	31
Abb. 9	Beispiel einer Network Concept Map zur Landnutzung im tropischen Regenwald (MEHREN, R. et al. 2015b)	32
Abb. 10	Überblick über die Lernmethoden aus "Denken lernen mit Geographie" (eigene Darstellung nach VANKAN 2007; SCHULER ET AL. 2016; SCHULER ET AL. 2017)	39
Abb. 11	Schüler*innen bei der Arbeit mit der Mystery-Methode (Aufnahme aus der Pilotstudie)	45
Abb. 12	Forschungsleitende Design-Prinzipien der Mystery-Methode für die vorliegende Arbeit (eigene Darstellung)	52
Abb. 13	Systemische Zusammenhänge zum Rosenanbau am Naivasha-See (verändert nach EHLERS 2012)	68
Abb. 14	Beispielhafte Informationskarten des verwendeten Mysterys (vollständiges Mystery: vgl. Anhang 1)	71
Abb. 15	Übersicht über den Ablauf des Forschungsprozesses (eigene Darstellung)	82

Abb. 16	Beispiel-Item für das Antwortformat extended response aus dem Testheft Tropischer Regenwald (MEHREN, R. et al. 2015b, Online-Ergänzung II).....	89
Abb. 17	Exemplarische Bildung der Gruppen G01, G06, G08 und G09 anhand der Ergebnisse aus dem Kompetenztest	92
Abb. 18	Beispiel einer Concept Map von Experte_1, erstellt mit CMapTools (hervorgehoben = wichtigste Karten und Relationen)	95
Abb. 19	Finale Referenz-Map, gebildet aus den 20 häufigsten Relationen der Expert*innen (K17, K10 und K19 sind nicht Teil der häufigsten Relationen).....	97
Abb. 20	Ausschnitt aus der Software MaxQDA während der Videoanalyse der Gruppe G01 (eigene Aufnahme).....	104
Abb. 21	Exemplarische Darstellung der Codelines von Gruppe G01 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation; für eine vergrößerte Darstellung siehe Kap. 5.3.1 bis 5.3.4)	107
Abb. 22	Deskriptive Darstellung ausgewählter Segmente der Gruppe G01	107
Abb. 23	Prozessmodell induktiver Kategorienbildung (verändert nach MAYRING 2015, S. 86).....	110
Abb. 24	Vordefinierte Annahmen zur induktiven Kategorienbildung (in Anlehnung an MAYRING 2015, S. 88)	113
Abb. 25	Graphische Darstellung einer stark ko-konstruktiven Handlungsfolge der Gruppe G01 mit Erläuterungen (rot); <u>Art der Handlung</u> : durchgezogener Pfeil: Legehandlung mit Bezug zu einer vorherigen Handlung, gestrichelter Pfeil: Zeigehandlung mit Bezug zu einer vorherigen Handlung, A1/B1a usw.: systemorganisierende Handlung nach Kategoriensystem, fett: Handlung wird vom Lernenden ausgeführt und erläutert, <u>Reaktion auf die ausgeführte Handlung</u> : oval: keine Reaktion, rechteckig: Zustimmung, sechseckig: Widerspruch).....	118
Abb. 26	Darstellung des Strukturindex aller Kleingruppen in Abhängigkeit von der durchschnittlich erreichten Punktzahl im Systemkompetenztest (weiße Kreise: leistungshomogene Kleingruppen, schwarze Kreise: leistungsheterogene Kleingruppen, fett gedruckt: ausgewählte Fälle, gestrichelte Linie: Trendlinie) .	120

Abb. 27	Der erreichte Struktur- und Vernetzungsindex in den Concept Maps pro Gruppe	122
Abb. 28	Anzahl der gefundenen Relationen in den Concept Maps im Vergleich zur Referenz-Map. <i>Anmerkung:</i> Die Referenz-Map wurde auf Basis der 20 häufigsten Relationen der individuellen Expert*innen-Maps erstellt	123
Abb. 29	auf Seite 129 1. v. l.: Segmentierung des Arbeitsprozesses der Gruppe G01 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation); 2.-4. v. l.: Summierte Codelines der Gruppe G01 (2. v. l.: alle Handlungen summiert; 3. v. l.: alle Handlungen pro Schüler*in summiert; 4. v. l.: alle Handlungen pro Handlungsdimension summiert)	130
Abb. 30	Codelines der Gruppe G01 zur Dimension A (Systemabgrenzende Handlungen)	131
Abb. 31	Codelines von Schüler A1m	134
Abb. 32	Codelines von Schülerin B1w.....	135
Abb. 33	Codelines von Schülerin C1w.....	136
Abb. 34	Exemplarische Handlungssequenz der Gruppe G01 (für eine ausführliche Erklärung dieser Darstellungsweise siehe Kap. 4.2.4.4, Abb. 25)	138
Abb. 35	auf Seite 146 1. v. l.: Segmentierung des Arbeitsprozesses der Gruppe G09 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation); 2. - 4. v. l.: Summierte Codelines der Gruppe G09 (2. v. l.: alle Handlungen summiert; 3. v. l.: alle Handlungen pro Schüler*in summiert; rechts: alle Handlungen pro Handlungsdimension summiert)	147
Abb. 36	Codelines der Gruppe G09 zur Dimension A (Systemabgrenzende Handlungen)	147
Abb. 37	Codelines von Schülerin A9w	150
Abb. 38	Codelines von Schülerin B9w.....	151
Abb. 39	Codelines von Schüler C9m	152
Abb. 40	Exemplarische Handlungssequenz der Gruppe G09 (für eine ausführliche Erklärung dieser Darstellungsweise siehe Kap. 4.2.4.4, Abb. 25)	154

Abb. 41	auf Seite 162 1. v. l.: Segmentierung des Arbeitsprozesses der Gruppe G06 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation); 2. - 4. v. l.: Summierte Codelines der Gruppe G06 (2. v. l.: alle Handlungen summiert; 3. v. l.: alle Handlungen pro Schüler*in summiert; rechts: alle Handlungen pro Handlungsdimension summiert).....	163
Abb. 42	Codelines der Gruppe G06 zur Dimension A (Systemabgrenzende Handlungen).....	163
Abb. 43	Codelines von Schüler A6m	166
Abb. 44	Codelines von Schülerin B6w	167
Abb. 45	Codelines von Schüler C6m	168
Abb. 46	Exemplarische Handlungssequenz der Gruppe G06 (für eine ausführliche Erklärung dieser Darstellungsweise siehe Kap. 4.2.4.4, Abb. 25).....	170
Abb. 47	auf Seite 177 1. v. l.: Segmentierung des Arbeitsprozesses der Gruppe G08 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation); 2. - 4. v. l.: Summierte Codelines der Gruppe G08 (2. v. l.: alle Handlungen summiert; 2. v. l.: alle Handlungen pro Schüler*in summiert; rechts: alle Handlungen pro Handlungsdimension summiert).....	178
Abb. 48	Codelines der Gruppe G08 zur Dimension A (Systemabgrenzende Handlungen).....	178
Abb. 49	Codelines von Schüler A8m	182
Abb. 50	Codelines von Schüler B8m	183
Abb. 51	Codelines von Schülerin C8w	184
Abb. 52	Exemplarische Handlungssequenz der Gruppe G08 (für eine ausführliche Erklärung dieser Darstellungsweise siehe Kap. 4.2.4.4, Abb. 25).....	187

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Empirisch überprüftes, zweidimensionales Kompetenzstruktur- und -stufenmodell zur geographischen Systemkompetenz (MEHREN, R. et al. 2015b)	18
Tab. 2	Das Freiburger Kompetenzstrukturmodell zum systemischen Denken (RIEB ET AL. 2015).....	21
Tab. 3	Ausgangsmodell der geographischen Systemkompetenz im Rahmen des HEIGIS-Projektes (VIEHRIG ET AL. 2011, S. 51).....	23
Tab. 4	Vergleich der Kompetenzmodelle nach verschiedenen Kriterien für das vorliegende Forschungsvorhaben (- erfüllt Kriterium nicht, + erfüllt Kriterium teilweise, ++ erfüllt Kriterium vollständig).....	25
Tab. 5	Übersicht zu Veröffentlichungen von Mysteries in ausgewählten deutschsprachigen, geographiedidaktischen Publikationen zwischen 2005 und 2020	47
Tab. 6	Beschreibung der idealtypischen „stages“ während der Arbeit mit der Mystery-Methode (eigene Darstellung, nach LEAT, NICHOLS 1999, 2000a, 2000b).....	48
Tab. 7	Übersicht über die 17 Testaufgaben, hervorgehoben: veröffentlichte Testaufgaben (verändert nach MEHREN, R. et al. 2015b)	84
Tab. 8	Vergleich der Testaufgaben nach verschiedenen Kriterien (Sternchen symbolisiert die beste Eignung pro Kategorie)	87
Tab. 9	Berechnung der Gesamtpunktzahlen beispielhafter Proband*innen anhand der erreichten Niveaustufe pro Item.....	91
Tab. 10	Niveaustufen zur Bewertung einer verschriftlichten Mystery-Lösung (verändert nach BIGGS, COLLIS 1982; SCHULER 2012)	101
Tab. 11	Übersicht zu den Untersuchungszielen und Auswertungsmethoden innerhalb der Videoanalyse.....	103
Tab. 12	Veränderungen des Kodierleitfadens von Version 1 zur finalen Version 5 (in Klammern: analysierte Untersuchungsgruppen)....	114
Tab. 13	Übersicht zu den Personenmerkmalen, dem Systemkompetenzniveau nach dem Kompetenztest und der Einordnung der Gruppen anhand ihres Fallmerkmals.....	121

Tab. 14	Die aussortierten bzw. wichtigsten Karten der Kleingruppen in Bezug zur Anzahl aller vorgegebenen Karten sowie den unwichtigsten/wichtigsten Karten nach den Expert*innen-Maps	124
Tab. 15	Übersicht zu der inhaltlichen Qualität der Relationen in den Schüler*innen-Maps. <i>Anmerkung:</i> Zur differenzierteren Analyse des Niveaus der Relationen wurden für den Punktescore die statischen Relationen einfach und die dynamischen Relationen zweifach gewertet (vgl. Kap. 4.2.2).	125
Tab. 16	Ergebnisse der schriftlichen Antwortsätzen auf die anfangs gestellte Leitfrage.....	126
Tab. 17	Darstellung der codierten Segmente zur Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) der Gruppe G01	132
Tab. 18	Darstellung der codierten Segmente zur Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) der Gruppe G09	148
Tab. 19	Darstellung der codierten Segmente zur Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) der Gruppe G06	164
Tab. 20	Darstellung der codierten Segmente zur Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) der Gruppe G08	179

Abkürzungsverzeichnis

CASE	Cognitive Acceleration through Science Education (Projekttitle)
DGfG	Deutsche Gesellschaft für Geographie
FSC	Forest Stewardship Council
GeoSysKo	Geographische Systemkompetenz (Projekttitle)
HEIGIS-GSK	Heidelberger Inventar Geographischer Systemkompetenz (Projekttitle)
QIA	Qualitative Inhaltsanalyse
sx	Strukturindex
SysThema	System Thinking in Ecological and Multidimensional Areas (Projekttitle)
TTG	Thinking Through Geography
vx	Vernetzungsindex

1. Einleitung

Eine Sage aus dem 19. Jahrhundert lautet:

„Ein Bauer, der mit dem Wetter niemals zufrieden war, hatte sich vom lieben Gott die Gnade ausgebeten, daß er einmal ein Jahr lang die Witterung nach seinem Gutdünken bestimmen dürfe. Diese Bitte wurde ihm gewährt. Nun bat er, so oft es ihm zum Gedeihen der Früchte nöthig schien, abwechselnd bald um Regen, bald um Sonnenschein und die Saaten schienen sich gut dabei zu befinden. Als er aber sein Getreide geerntet und gedroschen hatte, fand sich's, daß die Körner alle taub waren und keinen Mehlstoff enthielten. Der Bauer beschwerte sich nun beim lieben Gott, daß seine Frucht, obwol es ihr nie an Regen noch an Sonnenschein gefehlt habe, doch so schlecht ausgefallen sei. Der liebe Gott aber sagte: »Du hast nur um Regen und Sonnenschein gebeten, aber niemals um ›Wind‹, der doch zum Gedeihen der Frucht ganz notwendig ist.«“ (BIRLINGER, BUCK 1861)

Die Geschichte um den erfolglosen Landwirt skizziert ein Beispiel für die systemischen Phänomene und Zusammenhänge auf der Erde. Das System *Wetter und dessen Einfluss auf die Ernte* beinhaltet verschiedene Systemelemente (Sonneneinstrahlung, Niederschlag, Wind, Pflanzenbau, Mensch), die vernetzte Wechselwirkungen aufweisen und bestimmte Funktionen erfüllen müssen, damit das System erfolgreich ist. Dem Bauern sind die systemischen Zusammenhänge zwar weitestgehend bekannt und er ist überzeugt, dass er die Einflüsse selbst steuern kann, jedoch ist er nicht in der Lage, mit der systemischen Komplexität umzugehen. Die Sage übermittelt eine Botschaft, die auch STERMAN (1994) propagiert: „Die menschliche Auffassungsgabe in Bezug auf das Lösen von komplexen Problemen ist sehr klein angesichts der Komplexität der Probleme, welche wir verstehen wollen“ (STERMAN 1994; UPHUES 2009). Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass der Mensch beim Lösen komplexer Probleme lediglich monokausale Schlussfolgerungen zieht, auf linearen Ursache-Wirkungsverknüpfungen verharrt oder Rückkopplungen und Prognosen fehlerhaft kalkuliert (ASSARAF, ORION 2005; BÖGEHOLZ, BARKMANN 2005; HMELO-SILVER ET AL. 2007; SWEENEY, STERMAN 2007). Doch zukunftsbedeutsame Fragen, vor allem in einem erdräumlichen Kontext, wie Klimawandel, Bevölkerungswachstum oder Ressourcenverbrauch, sind hochkomplex und erfordern reflektierte Meinungsbildungsprozesse und sinnvolle Handlungsentscheidungen (OHL 2013).

Die Geographie als Systemwissenschaft beschäftigt sich mit den komplexen Wechselwirkungen zwischen naturgeographischen Gegebenheiten und menschlichen Aktivitäten in Räumen verschiedener Art und Größe. Das Leitziel des Geographieunterrichts besteht darin, Schüler*innen dazu zu befähigen, die systemischen Zu-

sammenhänge zwischen natürlichen und gesellschaftlichen Aspekten in verschiedenen Räumen der Erde zu erschließen und darauf aufbauend eine raumbezogene Handlungskompetenz zu entwickeln (DGFG 2017). Wenn Geographieunterricht dazu beitragen will, die komplexen Zusammenhänge erdräumlicher Sachverhalte zu verstehen und die Probleme in einer zunehmend vernetzten Welt effektiver und adäquater anzugehen, bedarf es der Entwicklung und Förderung einer systemischen Betrachtungsweise, die nicht linear-eindimensional verläuft, sondern mehrperspektivisch und vernetzt (FRISCHKNECHT-TOBLER ET AL. 2008). Vor diesem Hintergrund wurde auch das Systemkonzept als Hauptbasiskonzept in den Bildungsstandards des Faches Geographie festgesetzt (DGFG 2006).

Mit dieser Festsetzung entstand die Forderung einer gründlichen Aufarbeitung dieses geographiedidaktischen Forschungsfeldes (REMPFLER, UPHUES 2011b). Es wurden verschiedene Projekte zur theoriegeleiteten Entwicklung und empirischen Validierung von Kompetenzmodellen zur geographischen Systemkompetenz durchgeführt: GeoSysKo (2011-2014), HEIGIS (2009-2011) und SysThema (2011-2015). Mit der Realisierung dieser Projekte wurde eine theoretische Fundierung des Konstrukts „Geographische Systemkompetenz“ aus verschiedenen Perspektiven geschaffen, doch bestand weiterhin die Forderung, Unterrichtskonzeptionen zur Förderung geographischer Systemkompetenz zu entwickeln und jene mittels Prä-Post-Testverfahren experimentell zu untersuchen und weiterzuentwickeln (REMPFLER, UPHUES 2011b). Es sei überdies nicht ausreichend geklärt, wie sich Systemverständnis durch schulischen Unterricht fördern lässt (BOLLMANN-ZUBERBÜHLER, KUNZ 2008) und wie Lernende mit Komplexität im Kontext geographischer Bildung umgehen (MEHREN, M. et al. 2015). Darüber hinaus ist unklar, welche Lernwege und -hindernisse sich bei den Schüler*innen ergeben und welche differenzierten Scaffolding-Maßnahmen sie benötigen, um sich komplexen Themen anzunähern (JACOBSON, WILENSKY 2006). Es stellt sich dadurch auch die Frage, welche Lernprozesse in einem systemorientierten Unterricht ablaufen müssen, um die geographische Systemkompetenz erfolgreich und nachhaltig fördern zu können (MEHREN, R. et al. 2015a) und wie der genaue Weg einer Lernprogression im Sinne einer Prozessdiagnostik gemessen werden kann (OHL, MEHREN 2016). Zur Beantwortung dieser offenen Fragen sollten die theoretischen Modelle noch stärker in der Praxis implementiert werden (MEHREN ET AL. 2018).

Mit Blick auf den aktuellen Forschungsstand wurde eine Vielzahl an Untersuchungen durchgeführt, welche in Form von quantitativen Interventions- bzw. Lernwirksamkeitsstudien erfolgten (BOLLMANN-ZUBERBÜHLER 2008; JAHREIß 2011; BROCKMÜLLER, SIEGMUND 2018; COX 2018), die aus anderen Fachbereichen stammen (OSSIMITZ 2000; SOMMER 2005; RIEß, MISCHO 2008b; FRISCHKNECHT-TOBLER ET AL. 2013; CLAUSEN 2015) oder die den Lernprozess qualitativ durch zwischenzeitliche bzw. nachträg-

liche Interviews betrachteten (BELL 2004; ASSARAF, ORION 2005; COX 2018). Außerdem liegt eine große Anzahl publizierter Praxisbeiträge vor, welche zur Förderung geographischer Systemkompetenz eingesetzt werden können (z. B. RENDEL 2014; BETTE 2018; RASCHKE 2018). Demnach fand eine grundlegende Aufarbeitung des Forschungsfeldes statt, dennoch existieren Forschungsdesiderata bezüglich der ablaufenden Lernprozesse innerhalb eines systemorientierten Geographieunterrichts, der auftretenden Lernwege und -hindernisse sowie der differenzierten Scaffolding-Maßnahmen und wie diese den Lernprozess unterstützen können.

Bisherige Erkenntnisse aus Prä-Post-Interventionsstudien legen nahe, dass die Systemkompetenz durch ein systemisch aufbereitetes Unterrichtssetting gefördert werden kann (BOLLMANN-ZUBERBÜHLER 2008; BROCKMÜLLER, SIEGMUND 2018), jedoch können bislang kaum Aussagen darüber getroffen werden, welche Stellschrauben entscheidend für den Erfolg einer Intervention sind. Die vorliegende Studie will mithilfe einer Videoanalyse rekonstruieren, wie Lernende ein kontextgebundenes Systemverständnis aufbauen und welche lernförderlichen und lernhindernden Faktoren dabei auftreten. Auf dieser Basis können Gestaltungsempfehlungen zur Planung und Durchführung systemkompetenzorientierten Geographieunterrichts abgeleitet werden. Im Sinne fachdidaktischer Entwicklungsforschung stützt sich das Forschungsvorhaben auf drei Eckpfeiler (PREDIGER 2017): Lerngegenstand, Lernprozess und Unterrichtsdesign (Abb. 1). Zwei Eckpfeiler werden festgesetzt, sodass der dritte Aspekt den Hauptanalysefokus darstellt. In der vorliegenden Studie bildet der globale Handel am Beispiel kenianischer Rosen das komplexe geographische System, welches die Schüler*innen analysieren (*Lerngegenstand*). Für die Unterrichtsdurchführung wird die Mystery-Methode aus dem Ansatz „Thinking Trough Geography“ (LEAT 2000; SCHULER ET AL. 2017) ausgewählt, weil sie dazu geeignet ist, die systemischen Handlungen der Schüler*innen sichtbar zu machen (*Unterrichtsdesign*). Unter diesen Prämissen wird erforscht, wie sich die Lernenden das komplexe geographische System erschließen (*Lernprozess*). Daraus ergibt sich folgende Hauptforschungsfrage:

Wie organisieren Lernende ein komplexes geographisches System im Rahmen der Mystery-Methode?

Mit der Mystery-Methode werden auch die vier forschungsleitenden Design-Prinzipien, welche Verbindungen zur Systemkompetenz aufweisen, festgelegt (kollaboratives Lernen, Problemorientierung, vorstrukturierte Offenheit und graphische Repräsentation). Anhand dieser Prinzipien können am Ende Hinweise zur Implementierung in die Praxis geschlussfolgert werden, sodass sich folgende Nebenforschungsfrage ergibt: *Welche differenzierten Gestaltungsempfehlungen zur Erschließung komplexer geo-graphischer Systeme lassen sich ableiten?*

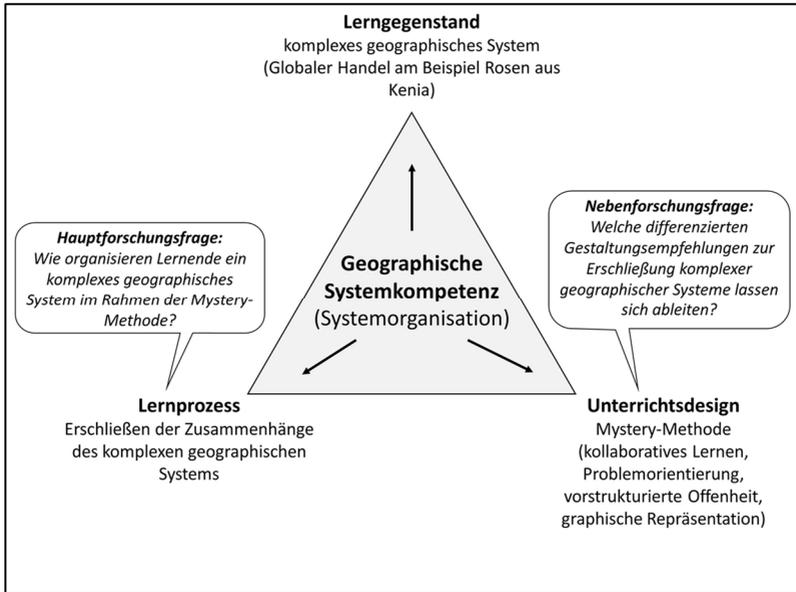


Abb. 1 | Grundlegende Aspekte der vorliegenden Studie in Anlehnung an das Dreieck der Theoriebildung fachdidaktischer Entwicklungsforschung (angelehnt an PREDIGER 2017)

Die Studie setzt einen theoretischen Schwerpunkt auf die erste Dimension der geographischen Systemkompetenz: die *Systemorganisation* (REMPFLER, UPHUES 2011b). Je nach Modell wird die Systemkompetenz in verschiedene, sukzessiv anzuwendende Kompetenzdimensionen eingeteilt, wobei sich die Systemorganisation stets als grundlegender Schritt für die Untersuchung erdräumlicher Systemen herausgestellt hat (VIEHRIG ET AL. 2011; RIEß ET AL. 2015; MEHREN ET AL. 2016). Sie umfasst die Analyse der Strukturkomplexität, welche nötig ist, um nachfolgend die Verhaltenskomplexität eines Systems zu untersuchen, z. B. durch die Betrachtung des Systemverhaltens oder die Entwicklung einer systemadäquaten Handlung. Für eine trennscharfe und fokussierte Analyse wurde daher der Untersuchungsschwerpunkt auf die Systemorganisation gelegt.

Der Aufbau der vorliegenden Arbeit stellt die einzelnen Schritte des Forschungsprozesses möglichst nachvollziehbar dar. Zunächst werden die grundlegenden Begriffe Systemkompetenz, Systemisches Denken, Systemorganisation und Komplexität erläutert sowie das Kompetenzmodell nach MEHREN ET AL. (2016) als theoretische Grundlage der Arbeit begründet ausgewählt (vgl. Kap. 2.1). Im zweiten Teil

werden die theoretischen Hintergründe des Thinking-Through-Geography-Ansatzes, aus welchem die Mystery-Methode stammt, aufgezeigt, wobei ein Schwerpunkt auf vier zentrale Design-Prinzipien gelegt wird (vgl. Kap. 2.2). Anschließend werden die Erkenntnisse aus den ersten beiden Teilkapiteln in vier forschungsleitende, theoretische Annahmen zusammengefasst, aus denen spezifische Teilforschungsfragen hervorgehen (vgl. Kap. 2.3).

Zum besseren Verständnis des zugrundeliegenden, geographischen Systems und der kontextgebundenen Lernprozesse der Schüler*innen wird in Kapitel 3 die Unterrichtseinheit „Rosenanbau am Nai-vasha-See (Kenia)“ veranschaulicht. In Form eines Unterrichtsentwurfes wird der fachliche Hintergrund, ein methodisch-didaktischer Kommentar, der Unterrichtsverlauf sowie das Arbeitsmaterial dargelegt. Zudem wird verstärkt auf die Umsetzung der vier zentralen Design-Prinzipien eingegangen.

Vor der Auseinandersetzung mit dem empirischen Material werden das Fallstudien-Design nach Yin (2018) sowie die Erhebungs- und Auswertungsverfahren methodologisch und methodisch gerahmt (vgl. Kap. 4). Insbesondere werden hierbei die Durchführung der einzelnen Methoden sowie die angewandten Güteverfahren ausführlich beschrieben. Die Videoanalyse als zentrales Untersuchungsinstrument folgt einem dreischrittigen Analyseprozess auf der Basis eines induktiv entwickelten Kategoriensystems zu den systemorganisierenden Handlungen der Lernenden.

Der Ergebnisteil konstituiert sich aus einer begründeten Auswahl kontrastierender Fälle sowie einer Cross- und Within-Case-Analyse (vgl. Kap. 5). Letztere orientiert sich an dem dreistufigen Analyseprozess der Videoanalyse. Sie offenbart die deskriptiven Verläufe der Arbeitsprozesse, die individuellen und kollektiven systemorganisierenden Lernendenhandlungen und rekonstruiert kollaborative Handlungsmuster und diskursive Aushandlungsprozesse.

Anschließend werden die theoretischen Annahmen aus Kapitel 2.3 gegenüber den Ergebnissen der Fallstudie geprüft (vgl. Kap. 6). In einer argumentativ-logischen Diskussion werden Ursachen für das Belegen oder Entkräften der jeweiligen theoretischen Aussagen eruiert. Auf dieser Grundlage werden sowohl fallspezifische als auch allgemeine Gestaltungsempfehlungen für einen systemorganisierenden Geographieunterricht abgeleitet.

Zu guter Letzt werden im Fazit die wichtigsten Erkenntnisse des Forschungsvorhabens zusammengetragen und basierend auf einer Reflexion des Untersuchungsprozesses offene Fragen für weiterführende Studien skizziert.

2. Theoretische Grundlagen und Forschungsstand

In den folgenden Teilkapiteln werden die theoretischen Grundlagen und der aktuelle Forschungsstand der vorliegenden Arbeit dargestellt. Für einen Überblick über die Teilkapitel wurden die Inhalte – in Anlehnung an das Thema der Arbeit – in einer systemischen Struktur abgebildet. Die Elemente des Netzwerks verweisen auf die wichtigsten Theorieaspekte und die Pfeile unterstreichen die vernetzte Struktur der Inhalte.

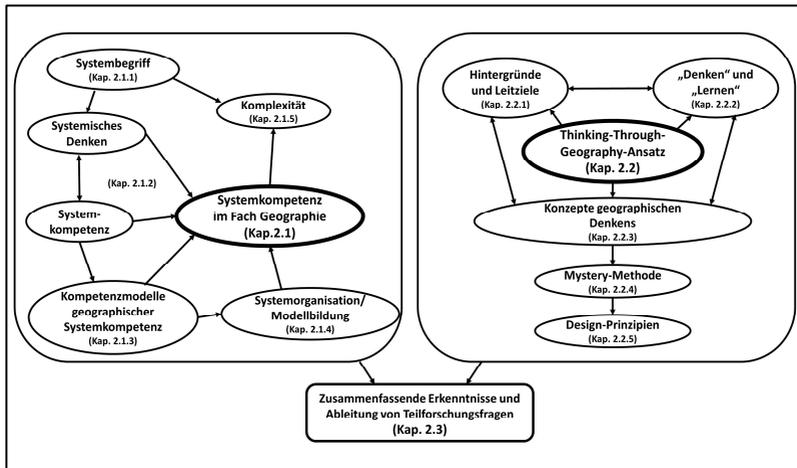


Abb. 2 | Netzwerkartige Übersicht des theoretischen Rahmens des Forschungsprojektes (eigene Darstellung)

Die Gliederung des Kapitels 2 orientiert sich an dem dargestellten Netzwerk in Abb. 2, sodass sich deren Elemente in den einzelnen Teilkapiteln widerspiegeln. Zunächst wird die Systemkompetenz im Fach Geographie thematisiert (Kap. 2.1), wobei eine schrittweise Konkretisierung vom allgemeinen Systembegriff (Kap. 2.1.1) über das systemische Denken hin zu einer geographischen Systemkompetenz (Kap. 2.1.2) erfolgt. Im Anschluss werden verschiedene Systemkompetenzmodelle des Faches Geographie beschrieben und anhand von Kriterien bewertet. Es wird überprüft, inwiefern sie als theoretische Grundlage der vorliegenden Arbeit genutzt werden können, wobei sich am Ende auf eines festgelegt wird (Kap. 2.1.3). In einem weiteren Schritt der Konkretisierung wird die Kompetenzdimension der Systemorganisation, welche im Rahmen der Arbeit schwerpunktmäßig analysiert wird sowie der damit verbundene Prozess der Modellbildung erläutert (Kap. 2.1.4). Die systemische Betrachtung erdräumlicher Phänomene orientiert

sich stets an der Realität. Da jene Phänomene aufgrund der hohen Anzahl an Elementen, deren Verknüpfungen und den unübersichtlichen Systemeigenschaften hochkomplex sind, wird im Kap. 2.1.5 die Komplexität als Herausforderung bei der Systemorganisation thematisiert.

Das zweite Teilkapitel setzt sich mit dem Thinking-Through-Geography-Ansatz auseinander, der den theoretischen und methodischen Rahmen der durchzuführenden Unterrichtseinheit bildet (Kap. 2.2). Auch hier werden die Teilthemen schrittweise konkretisiert. Beginnend mit den Hintergründen und Leitzielen des Ansatzes (Kap. 2.2.1), den Begriffsdefinitionen von „Denken“ und „Lernen“ innerhalb des Ansatzes (Kap. 2.2.2) sowie der Darstellung der zugrundeliegenden Konzepte geographischen Denkens (Kap. 2.2.3) werden die für die Arbeit ausgewählte Lernmethode (Mystery-Methode) charakterisiert (Kap. 2.2.4) und vier zentrale Design-Prinzipien dieser Methode, die den Untersuchungsprozess strukturieren, erläutert (Kap. 2.2.5).

Im abschließenden Kapitel 2.3 werden die wichtigsten Erkenntnisse der Systemkompetenz im Fach Geographie (Kap. 2.1) und des Thinking-Through-Geography-Ansatzes (Kap. 2.2) miteinander verknüpft. Im Sinne des in der Arbeit verwendeten Fallstudiendesigns (Kap. 4.1) werden jene Zusammenhänge in theoretischen Annahmen formuliert, aus denen wiederum Teilforschungsfragen abgeleitet werden.

2.1 Systemkompetenz im Fach Geographie

2.1.1 Der Systembegriff aus geographischer Perspektive

Der Begriff *System* (griech. *sýstēma*) bezeichnet im Allgemeinen ein „aus mehreren Einzelteilen zusammengesetztes Ganzes“ (ARNDT 2017, S. 9). Er wird in vielen Fachdisziplinen genutzt, z. B. in der Mathematik, Physik, Ökologie, Wirtschaft, Soziologie, Psychologie oder Geographie, und wird je nach Ansatz verschieden definiert (FRISCHKNECHT-TOBLER ET AL. 2008). Eine erste allgemeine Definition von Systemen geht auf BERTALANFFY (1968) zurück. Er versteht ein System als ein Set von Elementen, die in Interaktion stehen. In diesem Interaktions- bzw. Beziehungsgeflecht gelten bestimmte Regeln, was das System zu einer funktionalen Einheit macht.

Eine engere Systemdefinition stammt von ULRICH, PROBST (1991). Ihre Definition inkludiert, dass Systeme aufgrund ihrer Elemente und deren Beziehungen bestimmte Charakteristika besitzen:

„Ein System ist ein dynamisches Ganzes, das als solches bestimmte Eigenschaften und Verhaltensweisen besitzt. Es besteht aus Teilen, die so miteinander verknüpft sind, dass kein Teil unabhängig ist von anderen Teilen und das Verhalten des Ganzen beeinflusst wird vom Zusammenwirken aller Teile.“ (ULRICH, PROBST 1991, S. 30)

BOSEL (2004) erweitert den Systembegriff, indem er Systeme als materielle oder immaterielle Objekte definiert, welche folgende Eigenschaften aufweisen:

- Ein Objekt als System erfüllt eine bestimmte Funktion, d. h. es ist durch einen *Systemzweck* gekennzeichnet.
- Ein Objekt als System besteht aus einer Konstellation von *Systemelementen* und *Wirkungsverknüpfungen*.
- Ein Objekt als System verliert seine *Systemidentität*, sobald einzelne Elemente und Relationen zerstört oder herausgelöst werden und infolgedessen der Systemzweck nicht mehr erfüllt werden kann.

Im Sinne dieses Systembegriffs wäre z. B. eine Uhr ein materielles Objekt als System. Sie hat den Zweck der Zeitmessung, besteht aus einzelnen zusammenwirkenden Elementen wie Zeigern und Zahnrädern und würde durch die Herauslösung eines Elements ihre Funktion verlieren. Ein anderes Beispiel ist der Aktienmarkt als immaterielles, systemisches Objekt. Er dient dem Handeln von Unternehmensanteilen und entsteht aus dem Zusammenspiel von Angebot, Nachfrage und Preisaufstellungsmechanismen. Nicht als System definierbar wäre ein Haufen mit Kieselsteinen. Er hat zwar einen Zweck, z. B. als Vorrat für einen Hausbau, und besteht aus einzelnen Elementen, jedoch stehen die Elemente in keiner Wirkungsbeziehung zueinander und selbst durch die Entnahme einzelner Steine würde sich noch immer der Zweck erfüllen, lediglich die Anzahl der Elemente wäre niedriger (ARNDT 2017).

Aus den verschiedenen Definitionen und Begriffsbestimmungen geht hervor, dass ein System aus verschiedenen Teilen besteht, die auch als *Systemelemente* bezeichnet werden. Außerdem besitzt ein System eine bestimmte *Systemstruktur* und vielfältige *Systemeigenschaften*, die sich aus den *Relationen* bzw. *Wechselwirkungen* der Systemelemente und ihrer dynamischen Entwicklung schlussfolgern. Darüber hinaus lassen sich Systeme voneinander abgrenzen (*Systemgrenzen*). Diese Abgrenzung kann sowohl physisch (z. B. Systeme in Lebewesen) oder willkürlich (abhängig vom Interesse oder Fragestellung des Betrachtenden) festgelegt sein (SOMMER, HARMS 2010). Ein Systemelement kann sich wiederum aus Teilsystemelementen und deren Wechselwirkungen zusammensetzen und somit ein Subsystem bilden (ARNDT 2017). Ein weiteres Merkmal von Systemen ist die *Selbstorganisation*. Offene, komplexe Systeme, wie Ökosysteme, soziale Systeme oder Le-

bewesen, organisieren sich selbst über *Selbstregulation* oder *Selbsterhaltung* mittels *Rückkopplungen* zum Erhalt eines mehr oder weniger stabilen Zustandes (FRISCHKNECHT-TOBLER ET AL. 2008). Elemente außerhalb der Systemgrenze, die Ein- oder Auswirkungen auf bzw. durch das System haben können, werden *systemexogene Elemente* bezeichnet (BOSSSEL 2004). Abb. 3 zeigt einen modellhaften Überblick über die Bestandteile eines Systems.

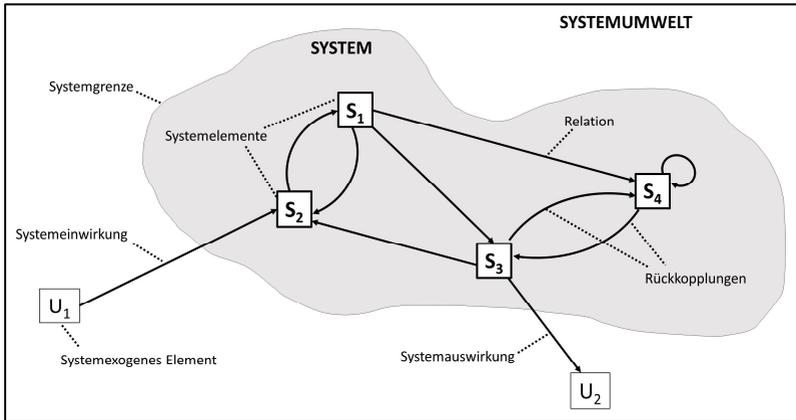


Abb. 3 | Bestandteile eines Systems (verändert nach ARNDT 2017, S. 11 und BOSSSEL 2004, S. 36)

Die Geographie betrachtet die Erde als ein Mensch-Umwelt-System unter räumlicher Perspektive, wodurch sie als Fachrichtung eine gesonderte Stellung in den systemorientierten Wissenschaften einnimmt. Im Gegensatz zu anderen Disziplinen, z. B. der Biologie oder der Physik, werden sowohl die natürlichen als auch die gesellschaftlichen (Sub-)Systeme und deren komplexe Wechselwirkungen betrachtet (DGFG 2017). Die physische Geographie mit dem Schwerpunkt der Natursysteme orientiert sich weitestgehend an der allgemeinen Systemdefinition von BERTALANFFY (1968) und ergänzt sie um Aspekte der Kybernetik und Ökosystemforschung (WARDENGA, WEICHHART 2006; RATTER, TREILING 2008). Die Humangeographie bedient sich zumeist der soziologischen Systemtheorie nach LUHMANN (1984), welche die Grenzziehung zwischen dem System und seiner Umwelt durch bestimmte Operationsweisen, z. B. Kommunikation, als Ausgangspunkt festsetzt. Nach LUHMANN (1984) findet eine Verbindung zwischen dem Sozialsystem und der Umwelt über das Bewusstsein statt. Eine Gesellschaft muss die Umwelt bewusst wahrnehmen und darüber kommunizieren, um sie im System einbinden zu können.

Um ein integratives Verständnis von Mensch-Umwelt-Systemen festzusetzen, ist das bloße Zusammenbringen von natur- und sozialwissenschaftlichen Systemverständnissen weniger geeignet, da unterschiedliche Theorien zugrunde liegen (REMPFLER, UPHUES 2010). Obwohl LIPPUNER (2008) deklariert, dass ein integratives Sozial- und Natursystem keine konsequenten Interaktionen zwischen Gesellschaft und Umwelt abbilden kann, ist es in der Geographie unumgänglich, ein integratives Systemverständnis zu theoretisieren, da die geographische Realität – im Sinne Neefs – natur- und sozialwissenschaftlich disponiert ist (LESER 1991) und Raumsachlagen stets integrativ analysiert werden müssen (KÖCK 2008). Ein erster integrativer Ansatz entstammt der *Landschaftsökologie*. Hierbei werden die Gesellschaft und die Natur als relativ autonome Systeme angesehen, die über äußere Beziehungen miteinander gekoppelt sind (LESER, MOSIMANN 1997). An seine Grenzen stößt dieser Ansatz, weil die sozialen Einflüsse in das System Natur bzw. die natürlichen Einflüsse in das System Gesellschaft vorwiegend als Störgrößen und nicht als verankerte Systemelemente eingreifen. In der Folge entwickelte sich der Ansatz der *Sozialen Ökologie* bzw. *Sozialökologie* (BECKER, JAHN 2006; EGNER ET AL. 2008). Er beschreibt einen interdisziplinären Wissenschaftszweig, der versucht, die Dichotomie zwischen Natur- und Sozialsystemen zu überwinden, indem das Wirkungsgefüge in seinem Gesamtzusammenhang als System angesehen wird. Er entstammt der Komplexitätsforschung und untersucht kontextorientierte Problemsachlagen aus natur- und sozialwissenschaftlicher Sicht unter dem Leitbild der Nachhaltigkeit. Im Gegensatz zum landschaftsökologischen Ansatz werden die äußeren Faktoren der Natur bzw. Gesellschaft zu inneren Beziehungen, sodass sich eine eigene räumliche und funktionale Struktur sowie eine eigene Dynamik des Gesamtsystems ergibt (LIEHR ET AL. 2006).

Als Beispiel für ein Mensch-Umwelt-System auf der Grundlage eines sozialökologischen Systemverständnisses kann eine *Stadt* angesehen werden, die aus einzelnen Elementen wie Häusern, Straßen, Menschen, Verkehrsmitteln, Vegetation, Böden, Wasser usw. besteht, die wiederum durch Aufnahme, Umsetzung oder Abgabe von Energie, Masse und Information aufeinander einwirken. In diesem Mensch-Umwelt-System kann der Bau von Gebäuden die lokalen Windsysteme verändern, Verkehrsbelastung kann Feinstaub in der Atmosphäre verursachen, eine höhere Anzahl von Menschen kann zu einem stärkeren Wasserverbrauch führen. Auf der Basis eines sozialökologischen Systemverständnisses können nun nachhaltigkeitsrelevante Fragen diskutiert werden: Welche Gebäudeformen, -ausrichtungen und -höhen begünstigen das lokale Stadtklima? Wie kann der öffentliche und private Stadtverkehr nachhaltiger gestaltet werden? Welche technologischen Möglichkeiten eines geringeren Energieverbrauchs in der Stadt sind möglich? REMPFLER, UPHUES (2010) konstatieren, dass sich das sozialökologische Systemverständnis als konzeptionelle Grundlage für das Schulfach Geographie mit dem Ziel, eine raumbezogene Handlungskompetenz zu entwickeln (DGFG 2017), eignet

und nennen, neben den in Abb. 3 dargestellten Bestandteilen, weitere wichtige Systemmerkmale: Offenheit, Autopoiesis, Modellhaftigkeit, Komplexität, Nicht-Linearität, Dynamik, Emergenz, selbstorganisierte Kritikalität, eingeschränkte Vorhersagbarkeit und Regulation (zur genaueren Beschreibung der Merkmale vgl. REMPLER, UPHUES 2010, 2011a).

2.1.2 Vom Denken in Systemen zu einer geographischen Systemkompetenz

Die Geographie besitzt den Anspruch, die hohe Komplexität erdräumlicher Zusammenhänge verstehen und bewältigen zu wollen (RHODE-JÜCHTERN 2009). Um diesem Anspruch gerecht zu werden, ist ein vernetzendes Denken nötig (KÖCK 2001). In den nationalen Bildungsstandards des Faches Geographie für den mittleren Schulabschluss wurde das Systemkonzept als Hauptbasiskonzept ausgewiesen (DGFG 2017). Das Systemkonzept wird als ein Denkmuster verstanden, das dazu beiträgt, geographische Systeme auf der Basis wiederkehrender Regelmäßigkeiten zu strukturieren und deren Eigenschaften zu beschreiben (FRISCHKNECHT-TOBLER ET AL. 2008). Es dient als „roter Faden“ des Unterrichts (FÖGELE 2016, S. 60), der die Entwicklung geographischen Denkens und den kumulativen Aufbau von Fachwissen unterstützt. Es kann als ein gedankliches Konstrukt verstanden werden, das auf vielfältige Realitätsausschnitte anzuwenden ist und dabei hilft, diese besser zu verstehen (MANDERSON 2006). In Anlehnung an das Drei-Säulen-Modell der Geographie (WEICHHART 2003) und wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, werden drei Arten von Systemen in der Geographie unterschieden (vgl. Abb. 4): naturgeographische Systeme (z. B. Ökosystem Regenwald), humangeographische Systeme (z. B. Migrationsbewegungen) sowie Mensch-Umwelt-Systeme (z. B. Nutzung des tropischen Regenwaldes), wobei die beiden erstgenannten als Subsysteme des Mensch-Umwelt-Systems fungieren. Der systemische Zugang erfolgt über die Teilbasiskonzepte Struktur (z. B. Verteilung von Primärwald und bewirtschafteten Flächen), Funktion (z. B. klimatische Bedingungen für die Standortwahl) und Prozess (räumliche Entwicklung von Abholzungsgebieten) sowie über die Teilbasiskonzepte der Maßstabsebenen (lokal, regional, national, international und global, z. B. Entwicklung von Lösungsansätzen von lokaler bis globaler Ebene).

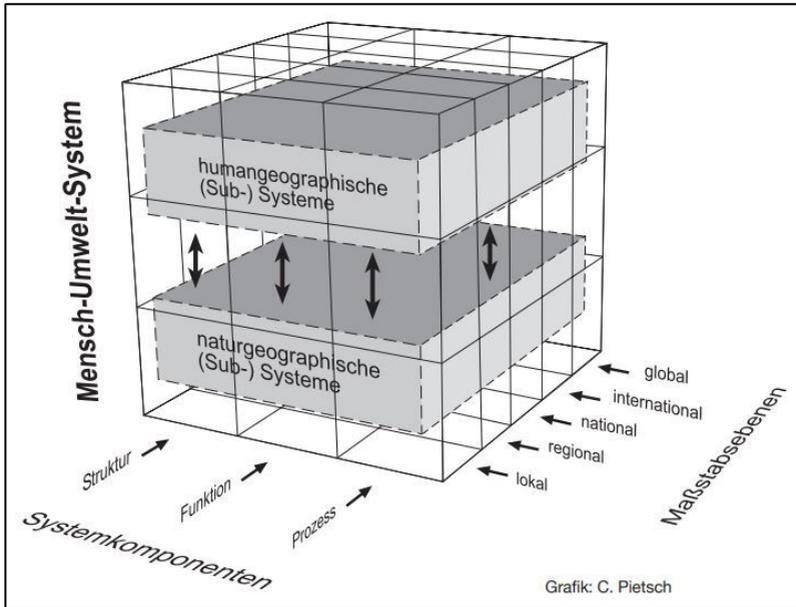


Abb. 4 | Das Systemkonzept als Grundlage zur Analyse von Räumen im Fach Geographie (DGFG 2017, S. 11)

Das Denken in Systemen bzw. das systemische Denken „[...] unterscheidet sich [...] grundsätzlich von nichtsystemischem Denken darin, dass entsprechende generelle Prinzipien von Systemen bei der kognitiven Analyse und Repräsentation einbezogen und angewandt werden“ (RIEB, MISCHO 2008a, S. 217). Eine genauere Begriffsbestimmung oder Definition von systemischem Denken bzw. Systemdenken wird in der Fachliteratur jedoch als nicht ausgereift proklamiert, weil diese häufig mehrschichtig und vielseitig auftritt (OSSIMITZ 2000; FRISCHKNECHT-TOBLER ET AL. 2008; REMPLER, UPHUES 2011a). Hinzu kommt noch, dass für systemisches Denken viele Synonyme verwendet werden, z. B. „vernetztes Denken“, „vernetztes Denken“, „systemorientiertes Denken“, „ökologisches Denken“ oder „komplexes Problemlösen“ (OSSIMITZ 2000; RIEB, MISCHO 2008a), die eine genauere Definition erschweren. Außerdem ist die Trennung zwischen dem systemischen Denken und einer Systemkompetenz in der Literatur nicht eindeutig. FRISCHKNECHT-TOBLER ET AL. (2008) erklären, dass sich das Systemdenken aus verschiedenen Systemkonzepten, Haltungen und methodischen Werkzeugen zusammensetzt, die letztendlich Kompetenzen bilden und als Grundlage für die Entwicklung eines Kompetenzmodells dienen. Allerdings wird dabei nicht deutlich, inwiefern sich Systemdenken von Systemkompetenz unterscheidet.

Im Gegensatz dazu merken REMPFLE, UPHUES (2011a) an, dass die Systemkompetenz die Komponenten Wissen, Fertigkeit und Handlung einschließt, wobei sich das Systemdenken lediglich auf die ersten beiden Komponenten bezieht. Sie sehen im Systemkompetenzbegriff zwar primär die kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, beziehen jedoch die motivationale Bereitschaft sowie die Fähigkeit der systemgerechten Handlung, in Anlehnung an die Kompetenzdefinition von WEINERT (2001), mit ein. Bei SOMMER (2005) hingegen, welche ein Kompetenzmodell zur *Systemkompetenz* entwickelt und validiert hat, fehlt die Komponente Handlung völlig.

Eine domänenübergreifende Definition zum Systemdenken schlagen RIEB, MISCHO (2008a, S. 218) vor: Systemisches Denken wird als „[...] die Fähigkeit verstanden, komplexe Wirklichkeitsbereiche als Systeme erkennen, beschreiben und möglichst modellieren (z. B. strukturieren, organisieren) zu können.“ Dies schließt mit ein, „[...] auf der Basis der eigenen Modellierungen Erklärungen geben, Prognosen treffen und weiche Technologien entwerfen zu können“ (RIEB, MISCHO 2008a, S. 218). Hierbei wird deutlich, dass sich das systemische Denken sowohl aus dem bewusstseinsfähigen, deklarativen Wissen („Wissen was“) als auch aus dem systemgerechten Handeln als prozedurales Wissen („Wissen wie“) definiert. Jedoch wird dieser Versuch einer Definition von den Autoren mit Vorsicht betrachtet, indem sie Belege für (FUNKE 2003, 164 ff) und gegen (LEUTNER, SCHRETTENBRUNNER 1989) einen Zusammenhang zwischen dem Wissen und Handeln angeben.

Bezüglich des Geographieunterrichts beschreibt KÖCK (2001, S. 9) das systemische Denken als Fähigkeit, „die Wirkungsnetzungen der geographischen Realität sach- und raumgerecht gedanklich nachzuvollziehen (retrospektiv) oder vorwegzunehmen (prospektiv).“ Die retrospektive Vernetzung versteht sich hierbei als die kausale Rekonstruktion des zu betrachtenden, erdräumlichen Systems sowie dessen Verständnis der Funktionsweise. Die prospektive Vernetzung schließt die Abschätzung zukünftiger Entwicklungen, die Planung von Handlungsmaßnahmen sowie deren Folgenabschätzung mit ein. Demnach wird das systemische Denken sowohl aus einem kognitiven Wissensteil als auch aus einer Handlungsdimension gebildet.

Nach REMPFLE, UPHUES (2011a, S. 38) beinhaltet das geographische Systemdenken „[...] einen Denkansatz, welcher die geosphärische Welt als ein größtmögliches System versteht, das sich seinerseits aus unzähligen Subsystemen zusammensetzt.“ Ihrer Meinung nach ist dieser Denkansatz notwendig, um die komplexen, verflochtenen, systemischen Zusammenhänge im erdräumlichen Kontext zu verstehen. In Abgrenzung dazu definieren sie als geographische Systemkompetenz:

„[...] die Fähigkeit und Fertigkeit [...], einen komplexen Wirklichkeitsbereich sozialer und/oder natürlicher Prägung unterschiedlicher Maßstabsgröße in seiner Organisation und seinem Verhalten als erdräumliches System zu erkennen, zu beschreiben und zu modellieren und auf der Basis dieser Modellierung Prognosen und Maßnahmen zur Systemnutzung und -regulation zu treffen“ (MEHREN ET AL. 2016, S. 5).

Für sie ist die Systemkompetenz kein isolierbarer oder mit einem einzelnen Wert zu kennzeichnender Kompetenzbereich. Vielmehr setzt er sich aus mehreren Teilkompetenzen zusammen: die Fähigkeit zur Beschreibung der Systemorganisation, die Erfassung des Systemverhaltens und die systembezogene Handlung (MEHREN ET AL. 2016). In der vorliegenden Studie wird Systemkompetenz in Anlehnung an die Definition von MEHREN ET AL. (2016) als ein Gefüge aufgefasst, welches sich aus verschiedenen Teildimensionen konstituiert, dabei aber die Wissens- und Handlungsebene mit einschließt. Das systemische Denken hingegen umfasst die Komponenten Wissen und Fertigkeit, allerdings nicht die Handlungsebene.

Die Diagnostik und Förderung der Systemkompetenz im schulischen Kontext ist Untersuchungsschwerpunkt verschiedener Fachdisziplinen. Obwohl die evidenzbasierten Forschungsergebnisse bezüglich der geographischen Systemkompetenz noch Defizite aufweisen, sollen nachstehend empirisch abgesicherte Erkenntnisse dargelegt werden, die auch für den Geographieunterricht relevant erscheinen:

- Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Systemkompetenz durch entsprechende Interventionen fördern lässt (MAIERHOFER 2001; SOMMER 2005; BOLLMANN-ZUBERBÜHLER 2008, 2010; CLAUSEN 2015; BROCKMÜLLER, SIEGMUND 2018). Jedoch gibt es Hinweise darauf, dass sich das Anwendungswissen in Form von ontologischen und epistemologischen Aspekten der Systembetrachtung nach einer gewissen Zeit wieder verringert (BELL 2003).
- Die graphische Repräsentation von Systemen ist ein entscheidender Erfolgsfaktor zur Förderung systemischen Denkens. Modellhafte, graphische Darstellungen verbessern die Systemkompetenz sowohl in ihrer deduktiven, z. B. anhand von Wirkungs- und Pfeildiagrammen oder Schaubildern, als auch in ihrer induktiven Anwendung, z. B. die Entwicklung einer Concept Map (OSSIMITZ 2000; HILDEBRANDT 2006; JACOBSON, WILENSKY 2006; MEHREN ET AL. 2016). Es ist hilfreich, diese Darstellungsformen Schritt für Schritt zu erarbeiten und im Laufe einer Unterrichtsreihe zu erweitern (SOMMER, HARMS 2010).

MEHREN ET AL. (2016) konnten nachweisen, dass speziell Concept Maps einen substantiellen Mehrwert zur Diagnostik von Systemkompetenz aufweisen. HAUGWITZ, SANDMANN (2009) konnten in einer Follow-Up-Studie (sechs Monate nach ihrer Interventionsstudie) ergünden, dass Lernende, die Concept Maps erstellt haben, Aufgaben zum inhaltlichen und anwendungsbezogenen Wissen besser lösen als Lernende, die schriftliche Zusammenfassungen verfasst haben.

- Die Lehrkraft mit ihrem Systemkompetenzniveau und ihrem Unterrichtskonzept sind ebenfalls entscheidende Faktoren zur Förderung der Systemkompetenz der Lernenden (OSSIMITZ 2000; ROSENKRÄNZER, STAHL ET AL. 2016). Lehrpersonen müssen darin unterstützt werden, die eigene Systemkompetenz zu verbessern, um entsprechende Lernprozesse bei den Schülerinnen und Schülern zu initiieren (HMELO-SILVER, AZEVEDO 2006; NAGEL ET AL. 2008; FÖGELE 2016).
- Die Systemkompetenz gilt als fach- bzw. domänenspezifisch (KLIEME, MAICHLE 1994). Sie setzt sich aus verschiedenen Teilkompetenzen zusammen, wobei nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle miteinander korrelieren. Es wurde festgestellt, dass Lernende mit einer hohen Systemorganisationskompetenz nicht zwangsläufig auch eine hohe Kompetenz zum systemgerechten Handeln aufweisen. Auf der anderen Seite wurde belegt, dass die theoretisch abgrenzbaren Dimensionen Systemorganisation und Systemverhalten positiv korrelieren (MEHREN ET AL. 2016). Aus diesen Befunden ergibt sich, dass für eine umfassende Förderung von Systemkompetenz alle Teilkompetenzen Eingang in den Unterricht finden sollten.
- Alltagsvorstellungen können bei der Rezeption komplexer Sachlagen unter Umständen als Lernhindernisse auftreten (ASSARAF, ORION 2005).
- Lernsettings zur Förderung der Systemkompetenz sollten stets kontextorientiert und authentisch angelegt sein (SWEENEY 2004; JACOBSON, WILENSKY 2006; SOMMER, HARMS 2010). Außerdem sollten sie hinreichend komplex aufgearbeitet sein und in Form von komplexen Problemlöseaufgaben, welche das Aushandeln von Lösungen ermöglichen, umgesetzt werden (LASKE, SCHULER 2012; SCHULER 2012).
- Das systemische Denken lässt sich mindestens von der Grundschule an fördern (SOMMER 2005; SWEENEY, STERMAN 2007).
- Metareflexive Elemente in Unterrichtsettings, z. B. eine multiperspektivische Betrachtung oder den Blick auf das Ganze richten, unterstützen den Verstehensprozess komplexer Systeme (RIEB, MISCHO 2010; WATERS FOUNDATION 2010; SCHULER ET AL. 2016).

2.1.3 Kompetenzmodelle geographischer Systemkompetenz

In den Bildungsstandards des Faches Geographie sind die zu entwickelnden Kompetenzen für den mittleren Schulabschluss festgeschrieben (DGFG 2017). Aufgrund des hohen Abstraktionsgrades der Kompetenzen sind sie jedoch kaum zur Diagnostik von Schüler*innenleistungen geeignet (MEHREN, UPHUES 2010). Um sie systematisch aufzuschlüsseln und so zu operationalisieren, dass sie in Aufgabenstellungen überführt und mittels Testverfahren bestimmt werden können, bedarf es der Entwicklung von Kompetenzmodellen (KLIEME ET AL. 2003). Diese sollten bildungstheoretisch fundiert, empirisch belastbar und praktisch handhabbar sein, damit sie Lernprozesse zweckmäßig erfassen können (HEMMER ET AL. 2008). Die Di-

agnostik der Kompetenzen von Schüler*innen kann folglich als Ausgangspunkt einer gezielten individuellen Förderung dienen. Darüber hinaus sollten Kompetenzmodelle sowohl die Teilaspekte (= Dimensionen) einer Kompetenz darlegen, einzelne Kompetenzniveaus innerhalb dieser Teilaspekte ausweisen als auch Aussagen über potenzielle Einflussfaktoren, wie z. B. Intelligenz, Interesse, Alters- oder Geschlechtsspezifika, machen (HEMMER 2008).

Die Besonderheit der Geographie besteht in der Betrachtung der Erde als Mensch-Umwelt-System in räumlicher Perspektive (vgl. Kap. 2.1.1). Auf dieser Basis gilt es, ein fachspezifisches Kompetenzmodell zur geographischen Systemkompetenz zu bestimmen, das sich als theoretische Grundlage für das vorliegende Forschungsvorhaben eignet. Systemkompetenzmodelle, die keine Geographiespezifika aufweisen (OSSIMITZ 2000; z. B. SOMMER 2005; FRISCHKNECHT-TOBLER ET AL. 2008) oder sich nicht auf das Systemkonzept aus den Bildungsstandards im Fach Geographie berufen, weil sie nicht in der deutschsprachigen Geographiedidaktik entwickelt wurden (ASSARAF, ORION 2005), werden bei der Auswahl nicht berücksichtigt.

Im Folgenden werden drei Kompetenzmodelle im Kontext geographischer Systemkompetenz vorgestellt, verglichen und abschließend bezüglich der Eignung für das Forschungsvorhaben bewertet. Aufgrund der Festlegung des Kompetenzmodells vor der Datenerhebung bezieht sich die vergleichende Analyse in diesem Kapitel auf den Forschungsstand im März 2015. Teilweise wurden jedoch aktuellere Veröffentlichungen, die ausführlichere Informationen über die Herleitung oder Dimensionierung der Kompetenzmodelle beinhalten, integriert.

2.1.3.1 Kompetenzstruktur- und -stufenmodell zur geographischen Systemkompetenz nach Mehren et al. (2016)

Im Zuge des Projekts *GeoSysKo* wurde ein Kompetenzmodell zur geographischen Systemkompetenz entwickelt und anschließend mittels Item-Response-Theorie (IRT) empirisch validiert. Das Projekt wurde in Kooperation von A. Rempfler (PH Luzern), R. Mehren (Universität Gießen) und J. Hartig (DIPF Frankfurt) durchgeführt. Die Projektleiter gehen davon aus, dass das Systemkonzept zwar als Hauptbaskonzept in den Bildungsstandards des Faches Geographie verankert ist, dass es jedoch einer gründlichen Aufarbeitung dieses Forschungsfeldes bedarf (REMPFLER, UPHUES 2011a).

Für die Modellierung der geographischen Systemkompetenz wurde das sozialökologische Systemverständnis zugrunde gelegt, welches sich in den Kompetenzdimensionen und -teildimensionen widerspiegelt (REMPFLER, UPHUES 2010). Auf der Basis der Systemkompetenzdefinition von MEHREN ET AL. (2016) unterteilt sich das

Kompetenzmodell in vier Dimensionen (vgl. Anhang): Systemorganisation, Systemverhalten, systemadäquate Handlungsintention und systemadäquates Handeln, wobei die letztgenannte in nachfolgenden Überarbeitungen außer Acht gelassen wurde, da sie im Sinne eines Large Scale Assessments nicht operationalisierbar wäre (MEHREN ET AL. 2016). Jede Dimension wurde zusätzlich in drei Niveaustufen unterteilt, wobei die schwierigkeitsgenerierenden Merkmale zur Stufenfestlegung einerseits die Vernetzungsart (Stufe I: monokausal, Stufe II: linear, Stufe III: komplex) und andererseits die Anzahl der Elemente und Relationen (I: niedrig, II: mittel, III: hoch) darstellten (REMPFLER, UPHUES 2011a). Mit der sukzessiven Entwicklung und Durchführung von Testaufgaben zu insgesamt 17 geographischen Systemen und der letztendlichen Überprüfung des Kompetenzmodells durch Modellgüte-Maße konnten bereichsübergreifende Zusammenhänge nachgewiesen werden, sodass sich die geographische Systemkompetenz in zwei Dimensionen unterteilen lässt (Tab. 1). Die ersten beiden Dimensionen des ursprünglichen Modells vereinigen sich zur Dimension 1: „Systemorganisation und Systemverhalten“. Sie beschreibt die Fähigkeit von Personen, einen komplexen Wirklichkeitsbereich als System zu identifizieren und darüber hinaus dessen Funktionen und Verhaltensweisen analysieren zu können. Die theoretisch hergeleitete Dimension „Systemadäquate Handlungsintention“ bleibt im zweidimensionalen Modell als eigenständige Dimension 2 bestehen. Das erworbene Wissen über das zu untersuchende geographische System aus Dimension 1 wird hier über systemadäquates Handeln im virtuellen Raum expliziert. Es werden Prognosen über weitere Entwicklungsverläufe erstellt und Maßnahmen zur Vermeidung oder Behebung von Systemstörungen aufgezeigt (MEHREN ET AL. 2016).

Im Zuge des Projekts wurden 17 Testhefte mit insgesamt 147 Items für Schüler*innen der Klassenstufe 9 entwickelt und validiert. Ein Testheft entspricht einem ausgewählten Themenbereich des Geographieunterrichts, der entweder ein physio-geographisches, humangeographisches oder Mensch-Umwelt-System repräsentiert. Jedes Testheft besitzt acht bis zehn operationalisierte Items zur Messung der geographischen Systemkompetenz mit Bezug zu den jeweiligen Niveaustufen. Die drei veröffentlichten Testhefte beinhalten die Themen *Tropischer Regenwald*, *Bevölkerungswachstum in Afrika* und das *Land-See-Windsystem* (MEHREN, R. et al. 2015b).

Tab. 1 | Empirisch überprüftes, zweidimensionales Kompetenzstruktur- und -stufenmodell zur geographischen Systemkompetenz (MEHREN, R. et al. 2015b)

	Dimension 1: Systemorganisation und Systemverhalten Systemische Struktur, Grenze, Emergenz, Interaktion & Dynamik	Dimension 2: Systemadäquate Handlungsintention Systemische Prognose & Regula- tion
Stufe I	Schülerinnen und Schüler identifizieren eine niedrige Anzahl an Elementen und Relationen überwiegend isoliert oder monokausal und als vage abgrenzbaren Beziehungszusammenhang. Ihre Analyse monokausaler Entwicklungsverläufe basiert auf einem schwach entwickelten Funktions- und Prozessverständnis.	Schülerinnen und Schüler entwickeln bei einer niedrigen Anzahl an Elementen und Relationen Prognosen und regulative Maßnahmen aufgrund monokausaler Wirkungsanalyse, vager Antizipation der Wirkung und schwach ausgeprägter Komplexitätsreduktion.
Stufe II	Schülerinnen und Schüler identifizieren eine mittlere Anzahl an Elementen und Relationen überwiegend linear und als mäßig abgrenzbaren Beziehungszusammenhang. Ihre Analyse linearer Entwicklungsverläufe basiert auf dem Verständnis von Wechselbeziehungen, Reihen- und Parallelkopplungen sowie einfachen Haushaltsbeziehungen.	Schülerinnen und Schüler entwickeln bei einer mittleren Anzahl an Elementen und Relationen Prognosen und regulative Maßnahmen aufgrund linearer Wirkungsanalyse, Antizipation der Wirkung und mäßig ausgeprägter Komplexitätsreduktion.
Stufe III	Schülerinnen und Schüler identifizieren eine hohe Anzahl an Elementen und Relationen überwiegend komplex und als eindeutig abgrenzbaren Beziehungszusammenhang sowie als Teil verschachtelter Systeme. Ihre Analyse linearer und nicht-linearer Entwicklungsverläufe basiert auf dem Verständnis von Rückkopplungen und Kreisläufen sowie anspruchsvollen Haushaltsbeziehungen, Irreversibilität und Emergenz.	Schülerinnen und Schüler entwickeln bei einer hohen Anzahl an Elementen und Relationen Prognosen und regulative Maßnahmen aufgrund komplexer Wirkungsanalyse, Antizipation der Wirkung und stark ausgeprägter Komplexitätsreduktion sowie dem Bewusstsein eingeschränkter Vorhersagbarkeit.

2.1.3.2 Freiburger Kompetenzstrukturmodell zum systemischen Denken nach Rieß et al. (2015)

Im Rahmen des Kooperationsprojekts *SysThema* (System Thinking in Ecological and Multidimensional Areas) der PH Freiburg und der PH Ludwigsburg wurde ein heuristisches Kompetenzstrukturmodell zum systemischen Denken in nachhaltigkeitsrelevanten Kontexten entwickelt. Ausgangspunkt des Modells bildet das Systemkonzept, welches in den Bildungsstandards der Fächer Geographie und Biologie auftritt. Das Kompetenzmodell kann demnach in beiden Fächern Anwendung finden, jedoch geht es im Gegensatz zum Kompetenzmodell nach MEHREN ET AL. (2016) stärker von einem naturwissenschaftlichen Systemverständnis aus (RIEß ET AL. 2015).

Das Modell basiert auf der Definition des systemischen Denkens nach RIEß, MISCHO (2008a, S. 218):

„In Anlehnung, aber auch in Abgrenzung an OSSIMITZ (2000) wird [...] unter systemischem Denken [...] die Fähigkeit verstanden, komplexe Wirklichkeitsbereiche als Systeme zu erkennen, beschreiben und möglichst modellieren (z. B. strukturieren, organisieren) zu können. Dazu gehören die Fähigkeiten, Systemelemente und Wechselbeziehungen bestimmen zu können, zeitliche Dimensionen (Dynamiken) zu erfassen sowie die Fähigkeit, auf der Basis der eigenen Modellierung Erklärungen geben, Prognosen treffen und weiche Technologien entwerfen zu können.“

In einer komprimierten Variante beschreiben RIEß ET AL. (2015) das systemische Denken „[...] als kognitive Fähigkeit zum Lösen komplexer dynamischer Probleme mit Hilfe eines systemischen Ansatzes, das heißt unter Verwendung von Methoden der Systemwissenschaften [...]“ (RIEß ET AL. 2015, S. 19).

Auf der Grundlage dieser Definitionen wurde ein vierdimensionales Kompetenzmodell theoriegeleitet entwickelt (Tab. 2). Die erste Dimension beschreibt grundlegende kognitive Komponenten systemischen Denkens wie Kenntnisse des Systembegriffs oder Prinzipien einer systemwissenschaftlichen Betrachtungsweise. Die zweite Dimension befasst sich mit Fähigkeiten, die sich auf systemwissenschaftliche Methoden der Erkenntnisgewinnung beziehen. Der Schwerpunkt liegt auf dem Verständnis und der Fähigkeit zur Konstruktion quantitativer und qualitativer Modelle. In der dritten Dimension werden die Fähigkeiten bei der Bearbeitung komplexer dynamischer Probleme unter Zuhilfenahme von Systemmodellen zusammengefasst. Jene Dimension impliziert, dass bereits ein Verständnis für das zu untersuchende System vorhanden ist. In der letzten Dimension, die nach einer Überprüfung des Kompetenzmodells im Rahmen des Vorgängerprojekts *Sysdena* hinzugefügt wurde (BRÄUTIGAM 2014), werden Fähigkeiten beschrieben,

welche sowohl die Reichweite und die Grenzen der Systemmodelle als auch die gewonnenen Erkenntnisse aus der Systemmodellierung beurteilen. Alle vier Dimensionen unterteilen sich jeweils in weitere vier Teildimensionen. Eine Niveaustufung innerhalb der Dimensionen findet nicht statt (RIEB ET AL. 2015).

In dem Projekt SysThema wurde das grundlegende Kompetenzmodell zur Konzeption von verschiedenen Seminaren für Lehramtsstudierende an der PH Freiburg genutzt. In mehreren experimentellen Prä-Post-Studien wurden die Veränderungen des Fachwissens (FANTA ET AL. 2016), die Veränderungen des fachdidaktischen Wissens (ROSENKRÄNZER, STAHL ET AL. 2016), die Veränderungen epistemologischer Überzeugungen (KRAMER 2016) und das reflexive fachbezogene Wissen (ROSENKRÄNZER, KRAMER ET AL. 2016) durch unterschiedlich aufbereitete Seminare untersucht. Die konzipierten Testinstrumente wurden dem Niveau von Lehramtsstudierenden angepasst und erfassen die oben genannten unabhängigen Variablen bezüglich eines abstrakten, systemtheoretischen Verständnisses. Innerhalb des Vorgängerprojekts *Sysdena* wurde auf der Basis eines dreidimensionalen, theoretischen Kompetenzmodells (vgl. Tab. 2: Dimensionen 1-3) ein Kompetenztest zum Thema „Ökosystem Wald“ entwickelt und validiert (BRÄUTIGAM 2014). Der Test wurde für die 6. Klassenstufe konzipiert und erfasst die Fähigkeiten systemischen Denkens eines exemplarischen, naturwissenschaftlichen Systems.

Tab. 2 | Das Freiburger Kompetenzstrukturmodell zum systemischen Denken (RIEB ET AL. 2015)

	Teilfähigkeit 1	Teilfähigkeit 2	Teilfähigkeit 3	Teilfähigkeit 4
Dimension 1: Deklaratives/konzeptuelles systemisches Wissen	Systemtheoretisches Grundwissen (Systembegriff, Systemstruktur, Systemverhalten, Teilsysteme, ...)	Kenntnis von Wirklichkeitsbereichen, die als Systeme betrachtet werden können; Kenntnis von exemplarischen <i>einfachen</i> und <i>komplexen</i> Systemen	Kenntnis von Systemhierarchien	Kenntnis von Eigenschaften komplexer Systeme
Dimension 2: Systemmodellierungsfähigkeit	Systemelemente und Wechselwirkungen identifizieren können; Typen von Systemelementen und von Wechselwirkungen sowie Subsysteme und Systemgrenzen bestimmen können	Systemisch modellierbare Wirklichkeitsbereiche mit Hilfe von Texten und Wortmodellen verstehen bzw. abbilden können	Qualitative Systemmodelle (u. a. Wirkungsgraph, Wirkungsmatrix) lesen, interpretieren und konstruieren können	Quantitative (kontinuierliche) Systemmodelle verwenden, interpretieren und konstruieren können
Dimension 3: Fähigkeit zur Nutzung von Systemmodellen beim Lösen von komplexen dynamischen Problemen	Einschätzen können, ob für die Bearbeitung vorliegender Probleme auf ein Systemmodell rekuriert werden kann bzw. muss	Einschätzen können, welcher Systemmodelltyp (u. a. qualitativ vs. quantitativ) für die Bearbeitung eines Problems adäquat ist	Mit Hilfe qualitativer Systemmodelle Erklärungen geben, Prognosen treffen und Technologien entwickeln können	Mit Hilfe quantitativer Systemmodelle Erklärungen geben, Prognosen treffen und Technologien entwickeln können
Dimension 4: Bewertung von Systemmodellen und Ergebnissen der Modelanwendung	Die Strukturgültigkeit von Systemmodellen bestimmen können	Die Verhaltensgültigkeit von Systemmodellen bestimmen können	Die Anwendungsgültigkeit bestimmen können	Die Vorhersageunsicherheit bestimmen können

2.1.3.3 Das HEIGIS GSK-Modell nach Viehrig et al. (2011)

Im Rahmen des Projekts „Theoriegeleitete Erhebung von Kompetenzstufen im Rahmen probabilistischer Messmodelle – Ein Beitrag zum Aufbau eines Heidelberger Inventars Geographischer Systemkompetenz“ (HEIGIS) an der Universität Heidelberg und PH Heidelberg wurde ein weiteres Kompetenzmodell zur geographischen Systemkompetenz entwickelt (VIEHRIG ET AL. 2011). Das Modell diente als Grundlage zur Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Systemkompetenz und der Analyse verschiedener Fördermöglichkeiten zur Kompetenzentwicklung. Hauptaspekt des Kompetenzmodells ist die Verbindung von systemischem und räumlichem Denken als zwei wesentliche zu fördernde Fähigkeiten in der geographischen Bildung (VIEHRIG ET AL. 2012).

Innerhalb des Projekts wurden unter geographischer Systemkompetenz „[...] diejenigen kognitiven Leistungsdispositionen verstanden, die notwendig sind, um in spezifischen Kontexten geographische Systeme zu analysieren, zu erfassen und ihnen gegenüber angemessen handeln zu können“ (VIEHRIG ET AL. 2011, S. 50). Darauf aufbauend wurde ein dreidimensionales und dreistufiges Kompetenzmodell theoretisch hergeleitet (Tab. 3). Es zielt darauf ab, ein möglichst einfaches und auf verschiedene geographische Systeme anwendbares Modell zu konstruieren, um für die schulische Praxis besser handhabbar zu sein. Die erste Dimension des Modells beschreibt das Erfassen und die Analyse geographischer Systeme (abgeleitet von ASSARAF, ORION 2005). Die zweite Dimension stellt das Handeln gegenüber Systemen dar (nach GREIFF, FUNKE 2008) und die dritte Dimension befasst sich mit dem räumlichen Denken (nach GERSMEHL, GERSMEHL 2006; HAMMANN ET AL. 2008). Jede Dimension wird in drei Niveaustufen eingeteilt, wobei die Bezugsgröße zur Abstufung entweder konzeptuell (z. B. Dimension 1: Systemelemente vs. Beziehungen zwischen den Elementen vs. Wirkungsgefüge der Beziehungen) oder nominal (z. B. Dimension 3: eine vs. mehrere Denkweisen) auftritt. Eine Vereinheitlichung der Niveaustufen über schwierigkeitsgenerierenden Merkmalen ist nicht erkennbar. Jede Dimension wurde unabhängig von den anderen Dimensionen theoretisch hergeleitet und in drei Niveaustufen eingeteilt. Ein Testinstrument, das auf der Basis des Kompetenzmodells entwickelt und validiert wurde, ist zum Zeitpunkt der Modellfestlegung für die vorliegende Arbeit nicht veröffentlicht worden.

Tab. 3 | Ausgangsmodell der geographischen Systemkompetenz im Rahmen des HEIGIS-Projektes (VIEHRIG ET AL. 2011, S. 51)

	Dimension 1: Systeme erfassen und analysieren	Dimension 2: gegenüber Systemen handeln	Dimension 3: räumliches Denken
Stufe III	Identifikation und Verständnis des komplexen Wirkungsgefüges der Beziehungen	beziehen auch Nebeneffekte und autoregressive Prozesse mit ein	setzen mehrere räumliche Denkweisen strukturiert ein
Stufe II	Beziehungen zwischen den Systemelementen identifizieren und verstehen	beziehen multiple Effekte mit ein	setzen mehrere räumliche Denkweisen unstrukturiert ein
Stufe I	Systemelemente identifizieren und verstehen	beziehen Haupteffekte mit ein	setzen nur eine räumliche Denkweise unstrukturiert ein

2.1.3.4 Bewertung der Kompetenzmodelle zur geographischen Systemkompetenz

Nach der Darstellung der vorhandenen Kompetenzmodelle bezüglich der geographischen Systemkompetenz wird anschließend ein bewertender Vergleich dieser Modelle durchgeführt und eine Festlegung für das Forschungsvorhaben getroffen. Das auszuwählende Kompetenzmodell soll einerseits als Grundlage für die Entwicklung und Erprobung des Unterrichtskonzepts dienen und andererseits ein Testinstrument bereitstellen, welches das Systemkompetenzniveau der Schüler*innen vor der Durchführung des Unterrichtskonzepts erfasst.

Für den bewertenden Vergleich werden daher folgende Kriterien herangezogen:

- Übersichtlichkeit und Verständlichkeit des Modells
- Möglichkeit zur Umsetzung der Kompetenzen in einem Unterrichtskonzept
- Berücksichtigung einer Dimension zur Modellbildung/Systemorganisation
- Existenz eines geeigneten Testinstruments (Zugänglichkeit, Anwendbarkeit, Altersstufe, Niveaustufung)

In dem Kompetenzstruktur- und -stufenmodell nach MEHREN ET AL. (2016) werden die theoretisch hergeleiteten Dimensionen je Niveaustufe definiert. Auch wird darauf verwiesen, welche theoretischen Bezüge grundlegend sind (REMPFLER, UPHUES

2011b). Mit der Überprüfung des Modells wurde zwar ein übersichtliches, zweidimensionales Kompetenzmodell geschaffen, das jedoch als Basis für die Entwicklung eines Unterrichtskonzepts aufgrund des höheren Abstraktionsgrades ungeeignet scheint (MEHREN ET AL. 2016). Daher wäre es sinnvoller, das ursprüngliche vierdimensionale Theoriemodell zu nutzen (REMPFLER, UPHUES 2011b), welches die Systemorganisation als eine eigenständige Dimension abstrahiert (vgl. Anhang). Aufbauend auf dem Theoriemodell wurden Testinstrumente zu 17 geographischen Themen für die Klassenstufe 9 entwickelt, von denen drei veröffentlicht wurden. In den Tests wurden Informationsblätter eingefügt, mithilfe derer die Testaufgaben bearbeitet werden können. Vorteil dieses Testkonzepts liegt darin, dass die Proband*innen alle Fachinformationen vorher zur Verfügung gestellt bekommen und somit Vorwissensdifferenzen minimiert werden sollen. Die Testitems wurden den drei Niveaustufen des Kompetenzmodells zugeordnet, sodass eine niveaubezogene Auswertung möglich ist (MEHREN, R. et al. 2015b).

Das Freiburger Kompetenzmodell zum systemischen Denken versteht sich als heuristisches Kompetenzmodell. Neben den beiden Dimensionen „Systemmodellierungsfähigkeit“ und „Systemische Problemlösefähigkeit“, die mit den Dimensionen 1 und 2 des Kompetenzmodells nach MEHREN ET AL. (2016) vergleichbar sind, werden zwei zusätzliche Dimensionen aufgenommen (vgl. Tab. 2). Alle Dimensionen werden in einzelne, übersichtliche Teilfähigkeiten aufgegliedert und klar definiert. Die Dimension 2 (Systemmodellierungsfähigkeit) wird umfassender abgebildet als in dem Kompetenzmodell nach MEHREN ET AL. (2016), was zu einer einfacheren Umsetzung führt. Hauptunterschied liegt in der Spezifizierung der Typen von Systemmodellen, die in Textform, als Wortmodell oder als qualitative/quantitative Systemmodelle dargelegt werden. Außerdem wird das Bestimmen von Subsystemen als zusätzliche Teilfähigkeit verstanden. Aus welchen theoretischen Bezügen die einzelnen Kompetenzdimensionen abgeleitet wurden, wird jedoch nicht präzise erläutert. Im Gegensatz zum Modell von MEHREN ET AL. (2016) verzichtet es auch auf eine Niveauabstufung. Die entwickelten Testinstrumente sind teilweise zugänglich, jedoch bezieht sich der Inhalt entweder auf ein biologisches System (BRÄUTIGAM 2014) oder sie wurden für Lehramtsstudierende unter einer abstrakteren, systemwissenschaftlichen Perspektive entwickelt (ROSENKRÄNZER, STAHL ET AL. 2016).

Das HEIGIS GSK-Modell nach VIEHRIG ET AL. (2011) umfasst eine dreidimensionale und dreistufige Struktur. Wie auch die beiden anderen Kompetenzmodelle trennt es eine Wissenserwerbsdimension (Systeme erfassen und analysieren) von einer Handlungsdimension (gegenüber Systemen handeln). Darüber hinaus erweitern sie das Modell um eine Dimension zum räumlichen Denken. Die Fähigkeiten werden zwar im Kompetenzmodell beschrieben und es wird eindeutig darauf verwie-

sen, aus welchen theoretischen Quellen die Dimensionen und Niveaustufen abgeleitet wurden, jedoch ist die Festsetzung der Stufen nicht immer nachvollziehbar. Für die Dimension 1 werden aus der Literatur beispielsweise vier Niveaustufen herausgearbeitet, doch im Kompetenzmodell finden sich lediglich drei wieder. Für die Dimension 3 wurden insgesamt sieben Niveaustufen theoretisch hergeleitet, doch im Kompetenzmodell finden sich wiederum nur drei. Bezüglich einer Dimension Modellbildung/Systemorganisation kann die Dimension 1 (Systeme erfassen und analysieren) angesehen werden. Diese basiert auf den Arbeiten von ASSARAF, ORION (2005) und teilt sich im Kompetenzmodell in drei Niveaustufen (Systemelemente identifizieren und verstehen, Beziehungen zwischen den Systemelementen identifizieren und verstehen, Identifikation und Verständnis des komplexen Wirkungsgefüges der Beziehungen). Im Gegensatz zum Kompetenzmodell nach MEHREN ET AL. (2016) werden hier verschiedene Fähigkeiten als Niveaustufen festgelegt, wobei eine Teildimension zur Systemgrenze fehlt. Zum Zeitpunkt des Kompetenzmodellvergleichs konnten keine publizierten Testinstrumente, die im Zuge des Projektes entwickelt oder eingesetzt wurden, gefunden werden.

Tab. 4 | Vergleich der Kompetenzmodelle nach verschiedenen Kriterien für das vorliegende Forschungsvorhaben (- erfüllt Kriterium nicht, + erfüllt Kriterium teilweise, ++ erfüllt Kriterium vollständig)

	Mehren et al. (2016)	Rieß et al. (2015)	Viehrig et al. (2011)
Übersichtlichkeit und Verständlichkeit	++	++	++
Möglichkeit zur Umsetzung	+	++	+
Modellbildung/ Systemorganisation	++	++	+
Testinstrument	++	-	-

Aus diesem bewertenden Vergleich ist abzuleiten, dass das Kompetenzmodell nach MEHREN ET AL. (2016) die gesetzten Anforderung am besten erfüllt und somit als Grundlage für das vorliegende Forschungsvorhaben ausgewählt wird (Tab. 4). Ausschlaggebender Punkt war vor allem das Vorhandensein und die Möglichkeit des Einsatzes eines Testinstruments zur Erfassung des Systemkompetenzniveaus von Schüler*innen. Darüber hinaus integriert es eine Dimension Systemorganisation, aus welcher einzelne Teilfähigkeiten in einem Unterrichtskonzept umsetzbar sind. Jene Fähigkeiten sind klar definiert und mit Verweis auf die theoretischen Bezüge eindeutig zu erschließen. Die Vorteile der anderen Kompetenzmodelle, z. B. die Integration weiterer Dimensionen (VIEHRIG ET AL. 2011; RIEß ET AL. 2015) oder

die umfangreichere Aufschlüsselung von Fähigkeiten zur Systemorganisation (RIEß ET AL. 2015), sind für die Zielsetzung der vorliegenden Studie nicht maßgebend.

2.1.4 Systemorganisation und Modellbildung

2.1.4.1 Modellbildung als Fähigkeit zur Systemorganisation

Das normative Kompetenzstrukturmodell nach MEHREN ET AL. (2016) unterteilt sich in die Kompetenzdimensionen Systemorganisation, Systemverhalten, systemadäquate Handlungsintention und systemadäquates Handeln (vgl. Kap. 2.1.3.1 und Anhang). Wie bereits erläutert, wird für die vorliegende Studie ein Schwerpunkt auf die Systemorganisation gelegt.

In Anlehnung an die Ausführungen von SOMMER (2005) verstehen REMPFLE, UPHUES (2011b) unter der Systemorganisation die „Fähigkeit und Fertigkeit [...], einen komplexen Realitätsbereich in seiner Organisation als System identifizieren und dessen wesentliche Bestandteile modellhaft darstellen und beschreiben zu können“ (REMPFLE, UPHUES 2011b, S. 24). Um das Verhalten eines Systems zu analysieren sowie systemadäquate Handlungen zu entwerfen und durchzuführen, dient die Fähigkeit zur Systemorganisation als notwendige Grundlage, in der die wesentlichen Elemente eines Systems und deren Wirkungszusammenhänge erkannt und als Modell veranschaulicht werden. Ein unterrichtspraktisches Beispiel für die Fähigkeit zur Systemorganisation wäre die Erstellung eines Wirkungsdiagramms zum Klimawandel am Ende einer Unterrichtsreihe unter Einbeziehen der relevanten ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte.

Die Systemorganisation unterteilt sich in die beiden Teildimensionen Systemstruktur und Systemgrenze. Unter der *Systemstruktur* im geographischen Sinn werden „erdräumlich relevante Elemente und zwischen diesen Elementen bestehende Relationen sowie die aufgrund dieser Relationen gebildeten Wirkungsgefüge“ verstanden (REMPFLE, UPHUES 2011b, S. 24). Je nach Niveaustufe identifizieren die Lernenden eine geringe (Stufe 1), mittlere (Stufe 2) oder hohe (Stufe 3) Anzahl von Elementen und Relationen des zu betrachtenden Wirklichkeitsausschnittes. Auf Stufe 1 werden die wenigen Systemelemente kaum miteinander verknüpft. Das Denken findet hauptsächlich monokausal statt und Ursache-Wirkungsbeziehungen werden nur selten gefunden. Auf Stufe 2 wird ein mittlerer Komplexitätsgrad erreicht. Das Denken in linearen Ketten überwiegt, wobei primär Reihenkopplungen (A wirkt auf B, B wirkt auf C etc.) erkannt werden. Auf Stufe 3 identifizieren die Lernenden Elemente und Relationen des Systems umfassend und vernetzt. Der hohe Komplexitätsgrad äußert sich in Generalisierungen (immer wenn A, dann B) und dem Erkennen hierarchischer Muster (Unterscheidung zwischen Ober- und Untersystem). Unter der *Systemgrenze* wird verstanden, dass „weniger die Einheit

eines Systems (z. B. ein Wald) als vielmehr ein bestimmter Beziehungszusammenhang in den Blick zu nehmen ist“ (REMPFLER, UPHUES 2011b, S. 24). Ein System wird somit zu einem Ausschnitt der Realität, der sich aufgrund einer bestimmten Fragestellung von anderen Systemen mit seinen Elementen und Relationen abgrenzt. Je nach Niveaustufung können die Lernenden eine vage oder undifferenzierte (Stufe 1), eine mäßig differenzierte (Stufe 2) oder eindeutige (Stufe 3) Abgrenzung eines Beziehungszusammenhangs herstellen.

Die Fähigkeit zur Systemorganisation bzw. die Systemorganisationskompetenz besteht darin, aus der Fülle von Informationen zu einem Wirklichkeitsbereich ein System zu modellieren, um es zweckmäßig darstellen und beschreiben zu können. SOMMER (2005) stellt in diesem Zusammenhang fest: „Aus der Organisation eines Systems in Form von Systemelementen und Beziehungen zwischen diesen Elementen leitet sich die Fähigkeit zur Modellbildung ab“ (SOMMER 2005, S. 74). Es gilt folglich zu klären, welche kognitiven Prozesse bei der Modellbildung stattfinden und welche Zusammenhänge zu den Kompetenzen der Systemorganisation bestehen.

Der Prozess der Modellbildung nach ESCHENHAGEN ET AL. (1996) beschreibt die Überführung eines komplexen, gegenständlichen Realitätsbereiches (Original) in ein materielles Realmodell, das als Basis für einen Informationsaustausch genutzt werden kann (Abb. 5).

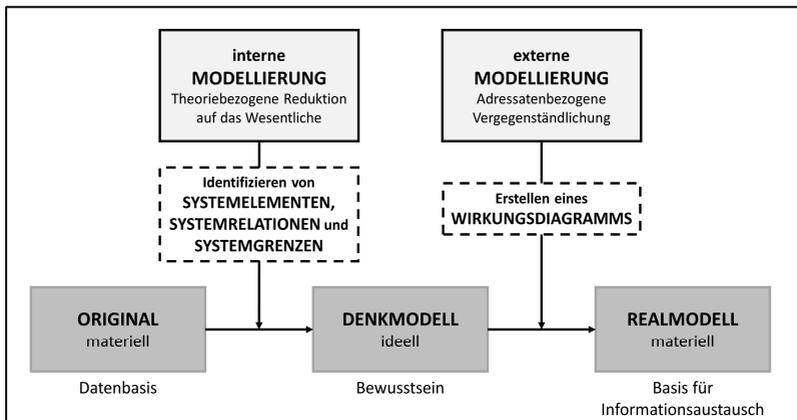


Abb. 5 | Prozess der Modellbildung (verändert nach ESCHENHAGEN ET AL. 1996)

Zunächst wird von einem Original ausgegangen, das unendlich viele Eigenschaften aufweist. Im vorliegenden Fall umfasst das Original einen erdräumlichen Wirklichkeitsbereich, der systemische Eigenschaften besitzt. Durch die fragestellungsabhängige Betrachtung des Systems wird eine Datenbasis geschaffen. Dazu können erkenntnisgenerierende Analysemethoden (z. B. Beobachtung oder Experimente) angewandt werden. Im Zuge der Analyse des Systems, zusammen mit den vorhandenen Erfahrungen und dem verfügbaren Wissen der modellbildenden Person, kommt es zu einer internen Modellierung, die das komplexe Original auf wesentliche Bestandteile reduziert. Bezüglich der Systemorganisation werden in diesem Schritt die Systemelemente, -relationen und -grenzen identifiziert. Das Resultat dieser Phase bildet ein ideelles Denkmodell. Um sich über das Modell austauschen zu können, gilt es, das Denkmodell wieder zu „materialisieren“ (SOMMER 2005, S. 50). In der Phase der externen Modellierung wird das Denkmodell zu einem Realmodell vergegenständlicht, wobei es für eine bestimmte Zielgruppe zweckmäßig sein muss. Es dient als Grundlage für einen Informationsaustausch und soll die Bildung eines entsprechenden Denkmodells beim Modellbetrachtenden initiieren (ESCHENHAGEN ET AL. 1996). Im Sinne der Systemorganisation bedeutet dies zum Beispiel, ein Wirkungsdiagramm in Form einer Concept Map zu erstellen, welches die wesentlichen Zusammenhänge des Systems veranschaulicht.

2.1.4.2 Wissensrepräsentation und Darstellung kognitiver Strukturen

Wie zuvor beschrieben, wird im Prozess der Modellbildung ein Original über die interne Modellierung zu einem ideellen Denkmodell überführt. Dabei wird das erworbene Wissen im Gedächtnis strukturiert und organisiert. Es kommt zu einer inneren, geistigen Wissensrepräsentation, bei der aufgenommene Informationen verarbeitet und in eine kognitive Struktur überführt werden (ANDERSON ET AL. 2013). Um zu verstehen, wie sich die kognitive Wissensstruktur über ein System konstituiert bzw. wie jene Struktur in einer Darstellung sichtbar gemacht werden kann, werden nachstehend verschiedene theoretische Ansätze zur Wissensrepräsentation skizziert sowie deren Darstellungsmöglichkeiten beschrieben.

Die kleinstmögliche Struktur von Wissen wird als *Proposition* bezeichnet. Sie tritt in Form einer Behauptung auf und besteht aus zwei Argumenten, die durch ein Prädikat miteinander verbunden sind (STEINER 2001). Der Beispielsatz „Ein System besteht aus Elementen“ zeigt die Proposition *bestehen aus (System, Elemente)*, wobei die Begriffe „System“ und „Elemente“ die Argumente darstellen, die durch das Prädikat „bestehen aus“ miteinander verbunden sind. Die Theorie der propositionalen Repräsentation geht allerdings davon aus, dass sich Propositionen nicht über den exakten Wortlaut formieren. Vielmehr ist es ein Sinnzusammenhang, der

im Gedächtnis abgespeichert wird (ANDERSON ET AL. 2013). Wenn mehrere Propositionen miteinander verknüpft werden, bilden sich kognitive Netzwerke, deren Struktur stark differieren kann (EDELMANN, WITTMANN 2012).

Ein verbreiteter Ansatz ist die *hierarchische Wissensstrukturierung* (AUSUBEL 1968; COLLINS, QUILLIAN 1969; NOVAK ET AL. 1984). Durch die strukturelle Anordnung von Ober- und Unterbegriffen sowie nach festgelegten Ordnungsprinzipien entstehen mehrere mentale Hierarchieebenen. Eine Hierarchie wird dabei als eine Rangfolge von Begriffen oder Personen angesehen, wobei jede Ebene der nächsthöheren untergeordnet ist (EDELMANN 1996). Nach AUSUBEL (1968) ist die hierarchische Wissensstruktur das Ergebnis von Lernprozessen. Dort finden Subsumtionen statt, indem neue Informationen unter einen Oberbegriff durch Beispiele oder detailliertere Beschreibungen gesetzt werden. Jene neuen Informationen können auch dazu führen, dass vorhandene Wissensstrukturen modifiziert oder eingeschränkt werden oder dass sich Querverbindungen innerhalb einer Hierarchieebene ausbilden (vgl. Abb. 6, AUSUBEL 1968). COLLINS, QUILLIAN (1969) konnten die hierarchische Struktur von Wissen nach festgelegten Ordnungsprinzipien belegen, indem sie Proband*innen Behauptungen vorlegten, die sie schnellstmöglich verifizieren bzw. falsifizieren sollten. Die beispielhafte Behauptung „Ein Rotkehlchen hat Federn“, von der ausgegangen wird, dass sich die Hierarchieebenen sehr nah aneinander befinden, konnte schneller verifiziert werden als Behauptungen mit größerer Distanz (z. B. „Ein Eichelhäher ist ein Tier“).

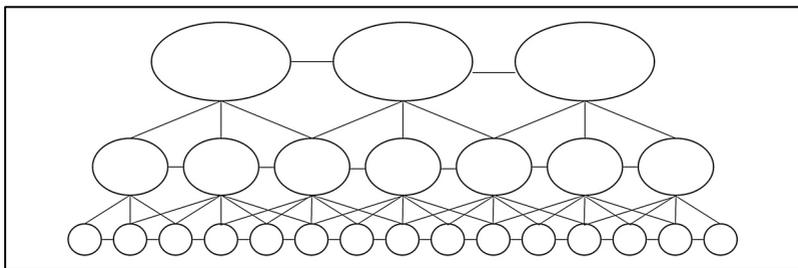


Abb. 6 | Hierarchische Wissensrepräsentation (verändert nach AUSUBEL 1968)

Ausgehend von dem Ansatz der hierarchischen Wissensrepräsentation entwickelten NOVAK ET AL. (1984) das *Concept Mapping*. Concept Maps, auch Begriffslandkarten oder Begriffsnetze genannt, geben einen Einblick in die kognitive Struktur eines Menschen, indem sie das vorhandene Wissen zu einem bestimmten Themengebiet graphisch visualisieren. Sie bestehen aus einzelnen Propositionen, die über mehrere Hierarchieebenen miteinander verknüpft sind (Abb. 7). Auf den verschiedenen Ebenen befinden sich Konzepte (= Argumente), die durch Relationen mit

anderen Konzepten auf der nächsten Ebene verbunden sind. Die Relationen werden dabei mit einem verbindenden Wort beschriftet, sodass die Proposition (Konzept – Relation – Konzept) als Satz gelesen werden kann. Ausgehend von einem Oberbegriff bzw. Leitkonzept ergibt sich eine Baumstruktur mit Oberbegriff-Unterbegriff-Relationen. Querverbindungen zwischen Konzepten treten – analog zur Theorie nach AUSUBEL (1968) – nur auf gleicher Hierarchieebene auf.

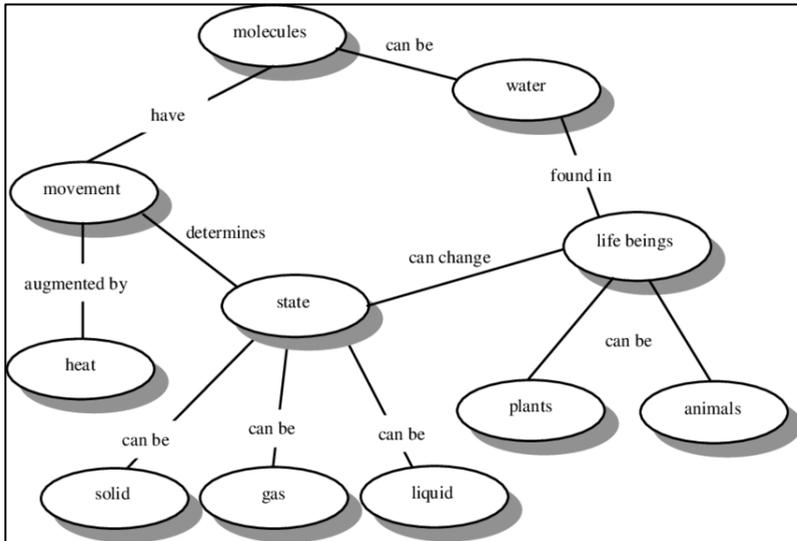


Abb. 7 | Hierarchische Concept Map nach NOVAK ET AL. (1984)

Bisweilen wird der Ansatz der hierarchischen Wissensstrukturierung jedoch in Frage gestellt (FISCHLER, PEUCKERT 2000). Studien konnten nachweisen, dass die Attribute von Konzepten nicht ausschließlich auf einer Ebene repräsentiert werden, sondern dass sie vielfältig auf verschiedenen Stufen auftauchen können und komplexere Querverbindungen bilden. Es wird davon ausgegangen, dass sich das Wissen komplexer und vernetzter konstituiert als lediglich in hierarchischen Mustern (FISCHLER, PEUCKERT 2000). Aus diesen Überlegungen heraus hat sich der Theorieansatz einer *netzwerkartigen Wissensstrukturierung* ausgebildet. RUMELHART, NORMAN (1978) beschreiben diese Form der Wissensrepräsentation in ihrer Theorie der propositionalen Netzwerke. Wie auch in hierarchischen Netzwerken bilden Propositionen die kleinstmögliche Einheit. Der große Unterschied besteht allerdings darin, dass nicht nur die Argumente als Knotenpunkte fungieren, sondern auch die Prädikate (Abb. 8). Der nachfolgende Beispielsatz erläutert dies: *Ich erhebe Wissen mit Hilfe von Concept Maps*. In dem Satz wird das Prädikat „erheben“ zu einem

Knotenpunkt, der sich mit den Argumenten „Ich“, „Wissen“ und „Concept Map“ verknüpfen lässt. Die Argumente könnten beispielweise als Objekt (Wissen), Instrument (Concept Maps), Agens (Ich), Empfänger*in (Mitschülerin), Name (Hanna) o. Ä. auftreten. Aus diesem propositionalen Netzwerk ergibt sich ein variabel verfügbares Wissen, welches auf verschiedene Arten konstituiert werden kann: „Ich erhebe Concept Maps“ oder „Wissen kann durch Concept Maps erhoben werden“ oder „Hanna erhebt das Wissen einer Mitschülerin durch Concept Maps“. Es wird deutlich, dass das Wissen nicht in ganzen Sätzen enkodiert wird, sondern dass die relevanten Informationen als Knotenpunkte im Gedächtnis abgespeichert werden (Ich, Erheben, Wissen, Concept Maps) und diese variabel abrufbar und kombinierbar sind (RUMELHART, NORMAN 1978; CLAUSEN 2015).

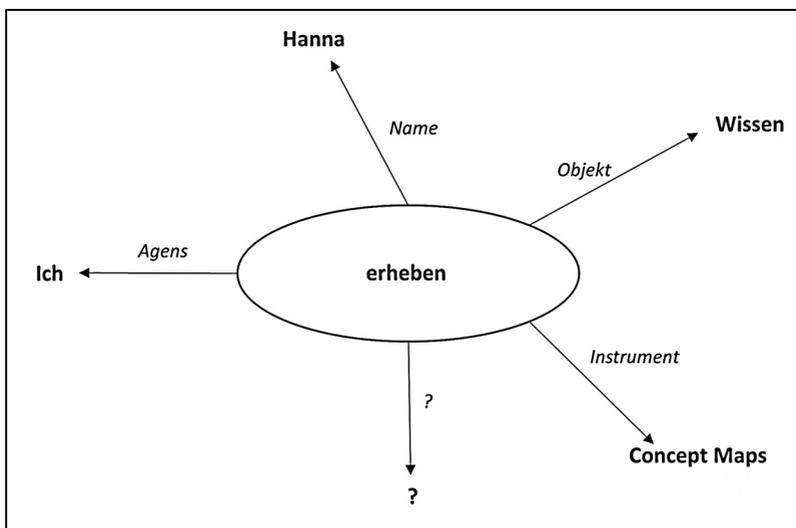


Abb. 8 | Propositionales Netzwerk (verändert nach RUMELHART, NORMAN 1978)

Die theoretischen Annahmen zur netzwerkartigen Wissensstrukturierung besagen, dass sich das Wissen um ein Konzept herum organisiert (STEINER 2001). Dies bedeutet, dass beim Beantworten einer Fragestellung das Wissen über ein Konzept aktiviert wird und Verbindungen zu umliegenden Konzepten gesucht werden. Weitergedacht bedeutet dies, dass beim Lernen zusätzliche Verbindungen zwischen existierenden und neuen Konzepten hergestellt werden müssen, um Fragestellungen beantworten und Lernprozesse initiieren zu können. Das kognitive, semantische Netzwerk wird dementsprechend erweitert und erreicht einen immer höheren Komplexitätsgrad (STEINER 2001). Aus dieser Überlegung heraus entstand

eine neue Form des Concept Mappings, das sich aufgrund der netzwerkartigen Struktur stark von den hierarchischen Concept Maps unterscheidet (RUIZ-PRIMO, SHAVELSON 1996). Diese sogenannten *Network Concept Maps* basieren auf einem assoziativen Prinzip, wobei die Begriffe (= Konzepte, Knoten) über beschriftete Pfeile (= Relationen) mit anderen Begriffen zu Propositionen verbunden werden (vgl. Abb. 9). Obwohl die Darstellung netzwerkartiger Concept Maps nicht-hierarchisch ausgelegt ist, können Oberbegriff-Unterbegriff-Relationen wie „ist ein“ oder „ist Teil von“ ebenfalls abgebildet werden (PEUCKERT 1999). Nach MCCLURE, BELL (1990) können aber auch andere Relationstypen zwischen zwei Konzepten stehen, die keine Hinweise auf eine hierarchische Struktur geben, z. B. charakteristische Merkmale („ist kennzeichnend für“), Nachweise („ist Nachweis/Beleg für“), Analogien („ist gleich/ähnlich zu“) oder Kausalzusammenhänge („erhöht“, „bewirkt“). Ein Überblick über weitere Gliederungsmöglichkeiten von Relationstypen in *Network Concept Maps* findet sich bei CLAUSEN (2015, S. 72).

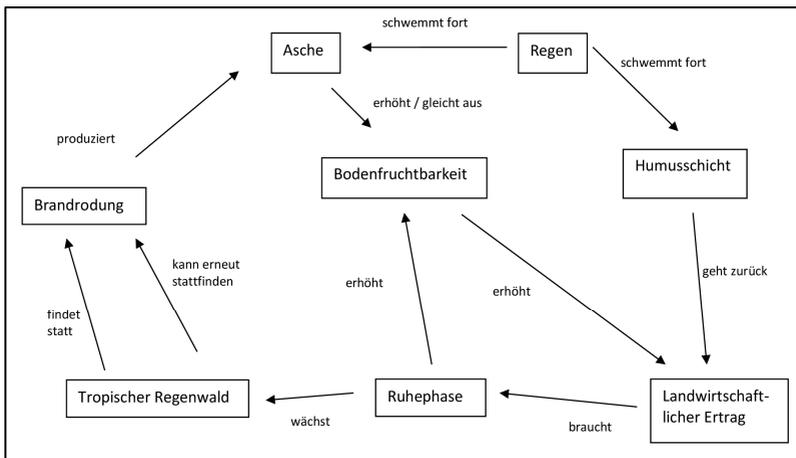


Abb. 9 | Beispiel einer Network Concept Map zur Landnutzung im tropischen Regenwald (MEHREN, R. et al. 2015b)

In der Literatur finden sich weitere theoretische Ansätze, die sich jedoch entweder auf die bereits erwähnten Theorien stützen (z. B. Modell der sich ausbreitenden Aktivierung: COLLINS, LOFTUS 1975; Modell des Merkmalsvergleichs: SMITH ET AL. 1974) oder allgemeinere Theorieansätze darstellen, die keine Überführung in graphische Repräsentationen zulassen (z. B. Konzept der mentalen Modelle nach DUTKE 1994; Theorie der dualen Kodierung nach PAIVIO 1986).

Im Hinblick auf die vorliegende Studie bietet der Ansatz der netzwerkartigen Wissensrepräsentation und dessen Visualisierung in einer Network Concept Map das größte Potenzial. Die hierarchische Wissensstrukturierung ist vor allem durch die fehlenden Querverbindungen zwischen den Konzepten verschiedener Ebenen limitiert, sodass ein hoher Komplexitätsgrad in der Darstellung schwer erreicht werden kann. Darüber hinaus ist es nicht möglich, die Konzepte in Kausalzusammenhängen abzubilden, obwohl dieser Relationstyp bei der Darstellung von Systemen eine entscheidende Rolle spielt (REMPFLER, UPHUES 2011b). OSSIMITZ (2000) schlägt für die Darstellung von Systemen zwar weitere Formen vor (z. B. bildhafte Darstellungen, verbale Beschreibungen, Flussdiagramme, Gleichungen), jedoch haben sich Concept Maps als Diagnoseinstrument für die Systemkompetenz in den letzten Jahren, vor allem in der Geographiedidaktik, etabliert (ASSARAF, ORION 2005; SOMMER 2005; BOLLMANN-ZUBERBÜHLER 2008; REMPFLE 2010; CLAUSEN 2015; MEHREN, R. et al. 2015b, 2016; BRÜHNE, HARNISCHMACHER 2019). Das schnelle Erlernen dieser Methode für die Testpersonen, die theoretisch fundierte Verbindung zwischen mentaler Wissensrepräsentation und materieller Darstellung sowie die validen Auswertungsverfahren zeigen deutliche Vorteile für das Concept Mapping gegenüber anderen Diagnoseinstrumenten zur Abbildung der Systemorganisationskompetenz auf.

2.1.5 Komplexität als Herausforderung bei der Organisation geographischer Systeme

Aktuelle, geographisch bedeutsame Phänomene wie z. B. Klimawandel, Globalisierung, Disparitäten oder Ressourcenkonflikte haben Einfluss auf das Leben eines jeden Menschen auf der Erde. Sie werfen wichtige gesellschaftspolitische Fragen auf und besitzen eine hohe Zukunftsrelevanz. Der Geographieunterricht hat sich zum Ziel gesetzt, dass Lernende jene erdräumlichen Phänomene ganzheitlich erfassen, die wechselseitigen Beziehungen der ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekte verstehen und aus den gewonnenen Einsichten Konsequenzen für ihr persönliches Leben ableiten können (DGFG 2017). Eine der zentralen Herausforderungen zum Erreichen dieser Ziele besteht in der hohen Komplexität geographischer Themen und Fragestellungen (ROST 2005; MEHREN ET AL. 2014).

Am Beispiel der Nutzung des tropischen Regenwaldes wird diese Komplexität deutlich: Auf der einen Seite steht der Regenwald als Lebensraum für Naturvölker und vielfältige Tier- und Pflanzenarten sowie als Kohlenstoffdioxid-speicher mit entscheidender Funktion für das Weltklima. Auf der anderen Seite nutzen verschiedene Akteur*innen den Regenwald als Rohstoffquelle für Holz, Früchte, Kaffee, Kakao, Gewürze oder Palmöl, wodurch er teilweise massiv geschädigt wird. Obwohl die tropischen Regenwälder für die Menschen in den westlichen Ländern nicht direkt sichtbar sind, nehmen sie dennoch einen bedeutsamen Stellenwert in

ihrem Alltag ein. Tropische Früchte, Kaffee und Schokolade können jederzeit und uneingeschränkt bezogen werden, ebenso Möbel aus Tropenholz oder Lebensmittel mit Palmöl. Eine auf den ersten Blick ökologisch vernünftige Handlungsentscheidung wäre, keine Produkte des tropischen Regenwaldes zu konsumieren, um ihn fortwährend zu schützen. Auf den zweiten Blick fällt allerdings auf, dass diese Entscheidung nicht ausschließlich die richtige Lösung ist und sich der Sachverhalt viel komplexer darstellt. Die lokalen Kleinbäuerinnen und Kleinbauern sind abhängig vom Export ihrer Waren. Wird die Nachfrage ihrer Produkte geringer, so können sie ihre Existenzgrundlage verlieren. Dies könnte beispielsweise dazu führen, dass sie ihren Heimatort verlassen und in die Randlagen größerer Städte migrieren müssen, um einen neuen Arbeitsplatz zu finden. Bezüglich des Tropenholzes würde ein Boykott keinen Sinn machen, weil es ein mögliches nachhaltiges Bewirtschaften verhindert. Das durch Raubbau gewonnene Holz würde stattdessen vermehrt in Länder exportiert werden, die nicht am nachhaltigen Holzhandel interessiert sind. Im Gegensatz dazu könnte eine umweltschonende und sozialverträgliche Rohstoffnutzung, z. B. über die Gütesiegel FSC oder Fairtrade, eine Lösung sein, jedoch sind dabei ebenfalls negative Aspekte zu beachten wie die unterschiedlichen Kriterienkataloge und Überprüfungsverfahren verschiedener Siegel, Etikettenschwindel oder die Aufhebung von Marktmechanismen (FATHEUER 2014; FAUST 2017).

Aus dieser Darstellung wird ersichtlich, dass sowohl eine Vielzahl von vernetzten Sachinformationen als auch eine starke moralische Unsicherheit vorherrschen, um die komplexen Zusammenhänge zu verstehen und darauf aufbauend eine sinnvolle Handlungsentscheidung zu treffen. REMPFLE, UPHUES (2011a) sprechen bei Komplexität von einer Vielfalt und Vernetzung von Einflussgrößen mit „[...] Wechselwirkungen [...], die nicht linear-eindimensional verlaufen, sondern mehrseitig und rückgekoppelt“ (REMPFLER, UPHUES 2011a, S. 38). BÖGEHOLZ, BARKMANN (2005) unterscheiden zwischen faktischer und ethischer Komplexität. Die faktische Komplexität beschreibt eine hohe Komplexität von Sachinformationen, z. B. relevante ökonomische, ökologische und soziale Aspekte eines Wirklichkeitsbereiches, wobei eine hohe Anzahl und starke Vernetzung der Elemente auftreten. Die ethische Komplexität umfasst ethische Unsicherheiten in Form von persönlichen, gesellschaftlichen oder gemeinschaftlichen Werten und Normen, die zum Teil in Konflikt stehen können und bei denen die Gewichtung möglicher Handlungsziele unklar ist. Nach den Autorinnen müssen beide Formen von Komplexität überwunden werden, um eine vernünftige Handlungsentscheidung treffen zu können.

In vielen empirischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass bei Aufgaben zur Lösung komplexer Probleme das monokausale Denken überwiegt (SWEENEY, STERMAN 2000; ASSARAF, ORION 2005; HMELO-SILVER ET AL. 2007). Damit Schüler*innen lernen, unterrichtliche Fragestellungen auf einem höheren Komplexitätsniveau zu

bearbeiten, gilt es, die Eigenkomplexität der Lernenden zu erhöhen (SCHEUNPFLUG, SCHRÖCK 2000). Dies bedeutet, dass Lernende bei Problemlöseaufgaben nicht nach dem Prinzip „trial and error“ vorgehen, sondern mehrere kognitive Entscheidungen für eine finale Handlung treffen, d. h. Ursachen und deren Ursachen bzw. Folgen und deren Folgen betrachten. Die Förderung der geographischen Systemkompetenz ist eine geeignete Strategie zur Erhöhung dieser Eigenkomplexität, weil erdräumliche Phänomene als mentale Repräsentation tiefgründiger analysiert werden können. Mithilfe der Systemkompetenz wird versucht, „[...] der Komplexität der Welt nachzuspüren, (Rück-)Wirkungen überhaupt erst einmal und dann so differenziert wie möglich zu erfassen, um so räumliche wie zeitliche Fernwirkungen verstehen zu können“ (KÖCK 2004, S. 24). Eine Person, die eine hohe Eigenkomplexität besitzt, ist auch in der Lage, Probleme erfolgreich zu lösen. Sie behält den Blick auf das Ganze, bedenkt eine Sachlage vollständig und hütet sich vor vorschnellen Schlussfolgerungen, entscheidet auf der Grundlage ihres Verständnisses der Systemstruktur, wo sinnvollerweise eingegriffen werden kann und betrachtet die Dinge aus verschiedenen Blickwinkeln (WATERS FOUNDATION 2010). Diese metareflexiven „habits“ (= Gewohnheiten) unterstützen den Verstehensprozess komplexer Systeme (MEHREN ET AL. 2017).

Im Kontext der Bildung für nachhaltige Entwicklung betrachtet HERGET (2003) die unterrichtliche Komplexität aus zwei Perspektiven: die Komplexität des Systems und die Komplexität der Handlungssituationen. Unterschieden werden die beiden Formen bezüglich der Betrachtungsperspektive. Die Komplexität des Systems bezieht sich auf die vernetzten inhaltlichen Merkmale einer Unterrichtsthematik. Dabei gilt das System als ein Realitätsbereich, welcher durch die Vielzahl verschiedener Einzelvariablen und deren Verbindungen gekennzeichnet ist (vgl. Kap. 2.1.1). Dieses Konstrukt besitzt eine Eigendynamik und kann irreversible Entwicklungsverläufe hervorrufen. Im Gegensatz dazu beschreibt die Komplexität der Handlungssituationen den Umgang mit diesem System durch ein handelndes Subjekt. Aufgrund der natürlich begrenzten Fähigkeiten, alle beteiligten Variablen und deren Verbindungen wahrzunehmen, zu verarbeiten und zu speichern, stellen komplexe Handlungssituationen die Lernenden vor große Herausforderungen. Weiterhin müssen sie in der Lage sein, Unsicherheiten aufgrund fehlender Informationen (= Intransparenz), Zeitdruck durch die fortschreitende Eigendynamik des Systems, Schwierigkeiten beim Erreichen simultaner Ziele (= Zielpluralität) sowie Mehrperspektivität zu bewältigen (HERGET 2003). In der schulischen Praxis wird zumeist die Auffassung vertreten, dass zu komplexe Sachverhalte die Lernenden überfordern können, weshalb von Lehrenden vorwiegend unterkomplexe Problemstellungen mit eindimensionalen Lösungen behandelt werden (RHODE-JÜCHTERN 2013).

APPLIS (2012) wies jedoch nach, dass Schüler*innen in der Lage sind, komplexe Problemfragen erfolgreich zu bearbeiten, wenn eine positive Orientierung an

Diversität auf zwei Ebenen stattfindet: Diversität als Sozialität durch die Arbeit in Kleingruppen, in denen konträre Meinungen gegenüber komplexen Systemen ausgetauscht werden können sowie inhaltliche Diversität, die einen Systemzugang durch verschiedene Perspektiven zulässt. OHL (2013) stellt heraus, dass eine angemessene Komplexität wertvoll ist, damit Planungs-, Urteils- und Entscheidungskompetenzen sowie Problemlösefähigkeiten ausgebildet und gefördert werden können. Vor allem problemorientierte Lernsettings können vorteilhaft sein, weil Probleme im geographischen Kontext per se komplex sind (RHODE-JÜCHTERN, SCHNEIDER 2012) und sich der Unterricht an der Komplexität der Wirklichkeit orientieren soll (HERGET 2008). Um eine raumbezogene Handlungskompetenz zu entwickeln (DGFG 2017), bedarf es der Beschäftigung mit angemessenen komplexen Aufgabenstellungen, um anwendungsfähiges Wissen entstehen zu lassen (TULODZIECKI ET AL. 2004). Denn im Sinne einer progressiven Kompetenzentwicklung sollen Schüler*innen in die Situation gebracht werden, Kenntnisse und Kompetenzen anzuwenden, die ihren aktuellen Fähigkeitsstand als eine „kalkulierte Überforderung“ (LEISEN 2010, S. 10) etwas übersteigen (HOFFMANN 2009). TULODZIECKI ET AL. (2004) benennen dahingehend vier lernprozessanregende Aufgabenstellungen, die einer Komplexitätsanbahnung im Unterricht dienlich sein können: komplexe Probleme, komplexe Entscheidungsfälle, komplexe Gestaltungsaufgaben und komplexe Beurteilungen. Zu beachten ist jedoch, dass Komplexität stets adressatengemäß gedacht werden muss. Verschiedene Individuen nehmen Komplexität unterschiedlich wahr, weshalb Komplexität keinesfalls als objektiver Maßstab gelten kann. Damit stellt der Umgang mit Komplexität nicht nur eine große Herausforderung für die Lernenden dar, sondern auch für die Lehrkräfte (MEHREN ET AL. 2014).

Für einen angemessenen Umgang mit Komplexität und Kontroversität im Geographieunterricht schlägt OHL (2013) mehrere Prinzipien vor: Anwendung reduktivorganisierender Strategien und Training von Systemkompetenz bzw. vernetztem Denken, Förderung ethischer Urteilskompetenz in einem werteorientiertem Unterricht, Realisierung des Kontroversitätsprinzips durch Perspektivwechsel, Training von Argumentationsfähigkeiten, unsicheres Wissen explizit machen sowie Wissenschaftsorientierung bzw. Quellenbewusstsein. Aus der Auflistung der Prinzipien wird deutlich, dass für die unterrichtspraktische Auseinandersetzung mit komplexen geographischen Sachverhalten eine integrative Betrachtung der fachlichen und moralischen Aspekte stattfinden sollte: „Die schulische Bewältigung der faktischen und der ethischen Komplexität darf nicht bei der Bereitstellung von Kompetenzen stehen bleiben, die die faktische und die ethische Komplexität jeweils isoliert ansprechen“ (BÖGEHOLZ, BARKMANN 2005, S. 216). Für geographisch relevante Handlungsentscheidungen sollten daher stets beide Komponenten in Beziehung gesetzt und abgewogen werden. Anlehnend an die Prinzipien von OHL (2013) benennen MEHREN, M. et al. (2015) drei zentrale Felder zum angemessenen

Umgang mit Komplexität im Geographieunterricht: (1) das Erkennen und Sichtbarmachen, (2) das Zulassen sowie (3) die Bewältigung von Komplexität geographischer Themen. Zusammenfassend beschreiben sie, dass es für einen kompetenten Umgang mit komplexen Fragestellungen notwendig ist, die inhaltlichen Zusammenhänge erkennen und graphisch darstellen zu können, als Lehrender den Unterricht so zu gestalten, dass intensiv und in einem zeitlich angemessenen Umfang daran gearbeitet werden kann und geeignete Unterrichtsmethoden, z. B. die Mystery-Methode, die Dilemmadiskussion oder Mapping-Methoden, eingesetzt werden (MEHREN, M. et al. 2015).

2.2 Der Thinking-Through-Geography-Ansatz (TTG)

Wie bereits zu Beginn der Arbeit angedeutet, spielt der Thinking-Through-Geography-Ansatz (TTG) eine entscheidende Rolle für die Konzeption des Unterrichtsdesigns und die abzuleitenden Gestaltungsempfehlungen. Auf der Basis seiner theoretischen und methodischen Überlegungen soll untersucht werden, wie die Schüler*innen ein komplexes geographisches System organisieren. Die Mystery-Methode, die diesem Ansatz entnommen wurde, gibt dabei den forschungspraktischen Rahmen der Unterrichtseinheit vor.

Im ersten Teil des vorliegenden Kapitels erfolgt eine Einführung in die Hintergründe und Leitideen des TTG-Ansatzes (Kap. 2.2.1). Nachfolgend werden die Begriffe Denken und Lernen definiert und deren Stellung innerhalb des Ansatzes erläutert (Kap. 2.2.2), bevor die Konzepte geographischen Denkens, welche dem TTG-Ansatz zugrunde liegen, aufgezeigt und in Beziehung zu den zentralen Konzepten der deutschsprachigen Geographiedidaktik gesetzt werden (Kap. 2.2.3). Der letzte Teil des Kapitels zeigt die Besonderheiten der Mystery-Methode als zentrale Lernmethode für die vorliegende Arbeit. Dieser Abschnitt spezifiziert überdies die vier forschungsleitenden Design-Prinzipien der Mystery-Methode (Problemorientierung, kollaboratives Lernen, vorstrukturierte Offenheit und graphische Repräsentation).

2.2.1 Hintergründe und Leitziele des TTG-Ansatzes

Anfang der 1990er Jahre wurde in Großbritannien das Interventionsprogramm CASE („Cognitive Acceleration through Science Education“) durchgeführt, das sich zum Ziel setzte, verschiedene Denkfertigkeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern (ADEY, SHAYER 1994). Im Zuge des Programms wurden einerseits eine theoretische Basis für Konzepte des Denkens und Lernens erarbeitet und andererseits Lernmethoden entwickelt und durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Schüler*innen der CASE-Interventionsgruppe im Gegensatz zur Kontroll-

gruppe eine stärkere kognitive Entwicklung vollzogen haben und bessere Schulleistungen in den Fächern Naturwissenschaften und Mathematik erreicht haben (ADEY, SHAYER 1994). Mit der abschließenden Forderung, dass Schlüsselkonzepte des Denkens und fachspezifische Denkstrategien in den Fachunterricht integriert werden sollten, startete an der Universität Newcastle ein Projekt, das sich zum Ziel setzte, die Erkenntnisse des CASE-Programms auf den Geographieunterricht zu übertragen. David Leat, Adam Nichols sowie eine Vielzahl von Geographielehrkräften führten das Projekt *Thinking Through Geography* (TTG) durch und entwarfen, erprobten und beforschten eine Vielzahl sozial-konstruktivistischer Lernmethoden für den Geographieunterricht (LEAT 1997; LEAT 1998; NICHOLS ET AL. 2001). Alle Lernmethoden basieren dabei auf drei zentralen Leitziele (LEAT 1997, S. 145):

1. Die entwickelten Lernmethoden sollen flexibel anpassbar sein und den Geographieunterricht zu einem herausfordernden und interessanten Fach werden lassen.
2. Die Lernenden sollen wichtige Schlüsselkonzepte des Denkens erkennen und anwenden sowie kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten entwickeln, die eine Übertragung auf andere Kontexte zulassen.
3. Die intellektuelle Entwicklung von Lernenden soll unterstützt werden, damit sie komplexere Denkstrukturen aufweisen und insgesamt im Geographieunterricht erfolgreicher sind.

Anfang der 2000er Jahre fand der TTG-Ansatz zunächst Einzug in die niederländische Geographiedidaktik. Es wurden mehrere Buchbände mit überarbeiteten und angepassten Lernmethoden veröffentlicht (VANKAN, VAN DER SCHEE 2004; VAN DER SCHEE, VANKAN 2006). Überdies wurde der TTG-Ansatz verstärkt in niederländischen Lehrer*innenfortbildungen eingesetzt (VAN DER SCHEE ET AL. 2003). Im deutschsprachigen Raum tauchte der TTG-Ansatz erstmals im Jahr 2005 auf (HERMANN 2005; SCHREIBER, SCHULER 2005). Im Rahmen des Kooperationsprojektes „Denken lernen mit Geographie“ – in Anlehnung an *Thinking Through Geography* – wurden in der Folge mehrere Grundsatzbände veröffentlicht (VANKAN 2007; HÄGELE ET AL. 2016; SCHULER ET AL. 2016; SCHULER ET AL. 2017). Diese Bände beinhalten sowohl die theoretischen Grundlagen des Ansatzes als auch Unterrichtsentwürfe zu ausgewählten Lernmethoden (Abb. 10). Darüber hinaus wurden sehr viele Unterrichtsbeispiele, welche die Lernmethoden des TTG-Ansatzes nutzen, in geographiedidaktischen Zeitschriften publiziert. Beispiele zu den Veröffentlichungen der Mystery-Methode finden sich im Kap. 2.2.4.



Abb. 10 | Überblick über die Lernmethoden aus "Denken lernen mit Geographie" (eigene Darstellung nach VANKAN 2007; SCHULER ET AL. 2016; SCHULER ET AL. 2017)

Obwohl der TTG-Ansatz durch Lehrer*innenfortbildungen, Lehrer*innenseminare oder Publikationen in Praxiszeitschriften erhöhte Aufmerksamkeit bei Lehrkräften erzeugt, gibt es, vor allem im deutschsprachigen Raum, kaum empirische Daten über die Lerneffekte bei Schüler*innen oder den tatsächlichen Einsatz der Methoden im Unterricht. Es mangelt an empirischen Erkenntnissen darüber, wie und warum geographische Denk- und Lernprozesse durch den TTG-Ansatz stattfinden bzw. gefördert werden können (VAN DER SCHEE 2013). Darüber hinaus ist vieles, was in der Literatur als theoretische Annahmen postuliert wird, unsicher und bedarf einer erhöhten fachdidaktischen Forschungsarbeit (VANKAN 2007). Dennoch sollen die wenigen empirischen Erkenntnisse zum TTG-Ansatz kurz vorgestellt werden, um Forschungsdesiderata zu offenbaren. Ein gesonderter Überblick über die empirischen Erkenntnisse zur Mystery-Methode findet sich in Kap. 2.2.4.

In einer niederländischen Kurzzeitstudie wurden die Lerneffekte einer Experimentalgruppe (Arbeit mit drei TTG-Lernmethoden: Fünf W-Fragen, Mystery-Methode, Bilder befragen) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne TTG-Lernmethoden untersucht (VAN DER SCHEE ET AL. 2006). Ein zuvor entwickelter Test auf der Basis der TTG-Methode „Außenseiter“ fungierte als Vor- und Nachtest. Die Ergebnisse zeigen, dass die Experimentalgruppe im Nachtest deutlich höhere Testleistungen erreichte. Im Gegensatz zur Kontrollgruppe sind diese Verbesserungen deutlich stärker, insbesondere in Testaufgaben, bei denen Zusammenhänge gefunden werden mussten. Die Ergebnisse sprechen vor allem für ein höheres Niveau an vernetztem Denken durch die TTG-Lernmethoden (VAN DER SCHEE ET AL. 2006).

In einer Umfrage bei über 500 Lehrkräften, die an einer Fortbildung zu TTG-Lernmethoden in den Niederlanden teilnahmen, konnten erste Erkenntnisse zur Etablierung im Schulunterricht gewonnen werden (VAN DER SCHEE ET AL. 2003; LEAT ET AL. 2005). Zu Beginn der Fortbildung wurde festgestellt, dass, je umfassender die Vorerfahrungen mit den TTG-Lernmethoden waren, umso höher auch die Brauchbarkeit derer eingeschätzt wurde, wobei allein 67 % der teilnehmenden Lehrkräfte vor der Fortbildung keinerlei Kenntnisse über den TTG-Ansatz aufwiesen. In einer späteren Umfrage (drei bis neun Monate nach der Fortbildung) wurde untersucht,

inwieweit die TTG-Methoden von den Lehrkräften eingesetzt wurden bzw. sogar eigene Aufgabenbeispiele entwickelt wurden. Die Forschenden stellten fest, dass vorrangig jene Lernmethoden eingesetzt und entwickelt wurden, die geringere Vorbereitungszeit benötigen und im Vergleich zu anderen Methoden einfacher umsetzbar sind (z. B. Tabu, Außenseiter, Karten im Kopf). Komplexere Methoden (z. B. Mysteries, Planen und Entscheiden) wurden kaum genutzt und fast nie selbst entwickelt. Die Forschenden führten dies auf die Schwierigkeit des Integrierens von komplexen Methoden in eine bestehende Unterrichtsreihe und auf das Problem des Umgangs mit offenen Unterrichtsformen, die unterschiedliche Lösungsstrategien und Antworten der Lernenden implizieren, zurück. Darüber hinaus spielt der zusätzliche Aufwand bei der Erstellung eines komplexeren Aufgabenbeispiels eine entscheidende Rolle (VANKAN 2007). Als positive Effekte beim Einsatz der Methoden benannten die Lehrkräfte das Anregen des Denkens und das Erzeugen von Motivation. Demgegenüber standen allerdings der erhöhte Zeitaufwand und die erzeugte Unruhe in der Klasse (VAN DER SCHEE ET AL. 2003; LEAT ET AL. 2005).

Über den Einsatz von TTG-Methoden im Schulunterricht und deren Eignung zur Förderung geographischen Argumentierens forschten HOOGHUIS ET AL. (2014). In der Fragebogenstudie ($N = 307$) konnte festgestellt werden, dass Lehrende die Vorteile der TTG-Methoden nicht vollständig ausschöpfen. Beispielsweise tendieren die Lehrkräfte dazu, die komplexeren Methoden zu vermeiden und führen nur selten reflexive Diskussionsphasen durch. Dies bestätigt die Ergebnisse vorangegangener Studien (VAN DER SCHEE ET AL. 2003; LEAT ET AL. 2005). HOOGHUIS ET AL. (2014) erkannten, dass Lehrkräfte Schwierigkeiten mit offenen Unterrichtssituationen haben und sich vielmehr auf einfache, logische und konsistente Lösungen fokussieren wollen. Ferner schätzen die Lehrkräfte die Denkfähigkeiten ihrer Schüler*innen so gering ein, dass sie die TTG-Methoden kaum anwenden. Auf der anderen Seite empfinden sie die Methoden als sehr motivierend und sehen die Stärken in den variablen Einsatz- und Differenzierungsmöglichkeiten und in der Förderung von Denkfähigkeiten. Dass Lehrende die TTG-Methoden trotzdem seltener als gewünscht einsetzen, begründen die Forschenden vor allem mit mangelnden Denkfähigkeiten und geringem pädagogischen Wissen bei den Lehrkräften. Bezüglich des geographischen Argumentierens konnte herausgestellt werden, dass sich die Lehrkräfte eher an vorgefertigten Schulbuchaufgaben als an TTG-Methoden orientieren. Auch hier sehen sie Schwierigkeiten in den offenen Lernsituationen, welche unterschiedliche Lösungsstrategien und -begründungen anbieten.

Aus diesen ersten Erkenntnissen heraus kann geschlossen werden, dass erhöhter Forschungsbedarf sowohl auf der Seite der Lernenden als auch auf der Seite der Lehrenden besteht. Auf der Seite der Lernenden sollte genauer untersucht werden, welche Denk- und Lernprozesse bei der Arbeit mit einzelnen TTG-

Lernmethoden stattfinden (VAN DER SCHEE 2013). Dies erfordert Lernprozessanalysen, welche die Handlungs- und Denkmuster der interagierenden Lernenden sichtbar machen und erklären. Darüber hinaus fordert VANKAN (2007) langfristig angelegte Längsschnittstudien, um gezielte Aussagen über die Lerneffekte treffen zu können. Auf der Seite der Lehrenden sind Studien gewünscht, welche sie beim Einsatz der TTG-Methoden in ihrem Unterricht begleiten (HOOGHUIS ET AL. 2014). Es sollte untersucht werden, wie Lehrende TTG-Methoden eigenständig konzipieren, in offenen Lernsituationen agieren, Reflexionsphasen moderieren und verschiedene Lösungsmöglichkeiten bewerten. Sie müssen darin unterstützt werden, ihre eigenen Denkfähigkeiten zu fördern sowie ihr pädagogisches Wissen zu verbessern. Außerdem gilt es, Gestaltungs- und Durchführungsempfehlungen für heterogene Lerngruppen zu entwickeln, welche die Lehrenden nutzen können, um die TTG-Methoden vermehrt und gezielter einzusetzen. In diesem Sinne bietet es sich an, Lehrende in Fortbildungen oder in langfristig angelegten Untersuchungen durch Begleitstudien zu analysieren. Der Einsatz von Videovignetten des eigenen und fremden Unterrichts könnte dabei eine gewinnbringende Methode zur Unterstützung darstellen.

2.2.2 Denken und Lernen als Perspektiven des TTG-Ansatzes

Die Begriffsbestimmung zum *Denken* wurde der Denk- und Kognitionspsychologie entnommen. Demnach beschreibt das Denken „eine aktive innere Beschäftigung mit sprachlichen Begriffen, bildlichen Vorstellungen und anderen mentalen Inhalten mit dem Ziel, neue Erkenntnisse zu gewinnen“ (FUNKE 2006, S. 7). Das Denken wird hierbei als aktive Tätigkeit zur Erkenntnisgewinnung eines Menschen aufgefasst und besitzt zwei essentielle Funktionen: (1) das Verstehen und Bewerten von Situationen, die intern oder extern wahrgenommen werden und (2) das Durchführen einer zielorientierten Handlung, sobald eine vorhandene Routinehandlung nicht mehr ausreicht, z. B. zur Lösung eines Problems.

Das Denken kann in vier verschiedenen Arten auftreten (FUNKE 2006): durch deduktives Schlussfolgern (logisches Schließen), induktives Schlussfolgern (Wahrscheinlichkeitsurteile), kreatives Denken oder problemlösendes Denken. Der TTG-Ansatz hat sich zum Ziel gesetzt, diese Erscheinungsformen des Denkens gezielt in ihren Lernmethoden zu integrieren. Auf der Ebene der Metakognition hat dies den Vorteil, dass die angewandten Denkfertigkeiten von den Lernenden selbst systematisch und bewusst reflektiert werden können. Sie hinterfragen ihre verwendeten Denkstrategien und können somit ihre Handlungen und Lernprozesse nachvollziehen sowie in anderen Situationen gezielter anwenden (VANKAN 2007).

Die theoretische Basis des TTG-Ansatzes zum *Lernen* orientiert sich an der konstruktivistischen Lerntheorie. Nach dieser Theorie ist das Wissen keine reine Kopie

der Wirklichkeit, sondern deren individuelle Konstruktion durch die Subjektivität eines Menschen. Das Lernen ist folglich kein passives Aufnehmen von Wissen, sondern ein aktiver, selbstgesteuerter und kreativer Prozess, bei welchem der Lernende seine eigene Vorstellung eines Sachverhaltes konstruiert (REINMANN, MANDL 2006). Bezogen auf den schulischen Kontext bedeutet dies, dass ein vollständiger, direkter Wissenstransport von der Lehrkraft zum Lernenden unmöglich ist. Vielmehr sollte das Ziel sein, dass sich die Schüler*innen eigenständig und aktiv mit Sachverhalten auseinandersetzen, wobei neue Informationen in vorhandene Wissensstrukturen eingeordnet und diese neu strukturiert werden. Lernen gilt dabei auch als emotionaler Prozess, weil die Leistungsbereitschaft, die sozialen Emotionen (z. B. Empathie, Angst, Wut, Schamgefühl) oder die Motivation hinsichtlich des Lernerfolgs eine große Rolle spielen. Auch ist das Lernen nach dem Konstruktivismus als ein sozialer Prozess zu verstehen. Soziokulturelle Einflüsse und die Interaktionen mit anderen Menschen konstituieren es entscheidend. Das Lernen gilt ebenfalls als situativer Prozess, denn es äußert sich stets in einem speziellen Kontext bzw. einer spezifischen Situation, welche bestimmte Bedeutungszuschreibungen der Inhalte initiiert und eine individuelle Bewertung zulässt (REINFRIED 2006; REINMANN, MANDL 2006).

Mit dem vorhandenen Wissen über konstruktivistische Auffassungen des Lernens wurden fünf Grundsätze für konstruktivistischen Unterricht, die auch für die Lernmethoden des TTG-Ansatzes gelten, formuliert (VANKAN 2007):

1. Die Vorstellungen der Lernenden gilt es zu ermitteln, wertzuschätzen und einzubeziehen.
2. Die Lernenden werden ermutigt, Fragen zu stellen und Hypothesen zu formulieren.
3. Der Lerninhalt orientiert sich an bedeutsamen, lebensweltlichen Problemen der Lernenden.
4. Der Unterricht wird an zentralen Schlüsselkonzepten (fachlich und methodisch) ausgerichtet.
5. Der Lernprozess wird innerhalb eines bestimmten Lernkontextes beurteilt.

Wenn jene Grundsätze in den Unterricht integriert werden, können offene, situierte Lernumgebungen geschaffen werden, an denen die Lernenden aktiv teilnehmen. Unterrichten findet im Sinne eines Helfens, Beratens oder gegenseitigen Unterstützens statt und es gibt oftmals mehrere richtige Lösungswege und Antworten. Die Offenheit des konstruktivistischen Unterrichts hat den Vorteil einer subjektiven Konstruktion der Welt, die auf den individuell verfügbaren Vorwissensbeständen ausgerichtet ist, jedoch bringt die Lerntheorie auch Schwierigkeiten mit sich. Durch mangelnde didaktische Vorstrukturierung oder fehlende Anleitung durch den Lehrenden kann es bei den Lernenden zu Desorientierung, Überforde-

rung oder dem Lernen inhaltlich falscher Wissensbestände kommen. Darüber hinaus erfordern offene Lernsituationen einen erhöhten Zeitaufwand, was bei mangelnder Vorstrukturierung zu einer ineffizienten Nutzung der Unterrichtszeit führen kann. Der TTG-Ansatz will diesen Herausforderungen entgegenreten, indem er sich auf eine *gemäßigt konstruktivistische Position* des Lernens stützt. Demnach gilt das Lernen als „eine persönliche Konstruktion von Bedeutungen, die nur gelingt, wenn eine ausreichende Wissensbasis zur Verfügung steht“ (REINMANN, MANDL 2006, S. 638). Diese Wissensbasis soll zunächst durch instruktionale Anleitung und Hilfestellungen des Lehrenden sowie vorstrukturiertes Material geschaffen werden. Der gemäßigt konstruktivistische Ansatz bedient sich dabei Elementen der kognitivistischen und instruktionalen Auffassungen von Lernen, indem die strikte, offene Lernsituation durch das Prinzip des Scaffoldings (vgl. Kap. 2.2.5.3) eingegrenzt und fokussiert wird.

Tiefere Einblicke in die Lerntheorie des Konstruktivismus und deren Adaption auf den Schulunterricht als eine konstruktivistische Didaktik finden sich bei VOß (2005), MIETZEL (2007), MEIXNER, MÜLLER (2009) und REICH (2012).

2.2.3 Der TTG-Ansatz und Konzepte geographischen Denkens

Geographische Konzepte des Denkens bei Lernenden zu entwickeln, bildet eines der Hauptziele des Geographieunterrichts. Als Kernkonzept des Faches Geographie wurde, wie schon in Kap. 2.1 erläutert, das Systemkonzept festgelegt (DGFG 2017). Dieses wurde in der Folge von FÖGELE (2015) um die vier Raumkonzepte (WARDENGA 2002) und das Konzept des Nachhaltigkeitsvierecks (SCHREIBER, SCHULER 2005) erweitert, um dem Kern des Geographieunterrichts, vor allem aus unterrichtspraktischer Sicht, noch gezielter zu entsprechen.

Im englischsprachigen Raum werden die Schlüsselkonzepte des Geographieunterrichts („big concepts“, LEAT 1998, S. 167) in einem viel breiteren Umfang als im deutschsprachigen Raum diskutiert (VANKAN 2007, S. 158). Der TTG-Ansatz begründet sich auf einer Vielzahl von Schlüsselkonzepten des Denkens, die sowohl an geographischen Fachinhalten orientiert als auch auf das geographische Denken ausgerichtet sind. Nach LEAT (1998) werden folgende Schlüsselkonzepte als Basis für den TTG-Ansatz festgelegt: *Cause and Effect* (Ursache und Wirkung), *Systems* (System), *Classification* (Klassifikation), *Location* (Räumlichkeit), *Planning* (Planung), *Decision making* (Entscheidung und Bewertung), *Inequality* (Ungleichheit) und *Development* (Entwicklung). Die Übersetzungen der Schlüsselkonzepte wurden überwiegend von VANKAN (2007, S. 168) übernommen. Ein ausführlichere Darstellung der einzelnen Konzepte finden sich bei LEAT (1998, 167 ff.).

Angelehnt an die Schlüsselkonzepte des Denkens geht LEAT (1998) davon aus, dass Lernende bei der Beschäftigung mit geographischen Inhalten und Problemstellungen kognitive Grundmuster des Denkens anwenden. Diese werden auch als „geographische Denkstrategien“ (VANKAN 2007, S. 168) bezeichnet und umfassen *Vergleichen*, *Verknüpfen*, *Verorten*, *Maßstabswechsel*, *Perspektivenwechsel* sowie *De-duzieren/Induzieren*. Der TTG-Ansatz setzt sich zum Ziel, möglichst viele dieser geographischen Denkstrategien in die Lernmethoden zu integrieren.

Die geographischen Denkstrategien und die zugrunde liegenden Schlüsselkonzepte des Denkens unterscheiden sich in ihrer Struktur, ihrem Inhalt und ihrem Umfang zwar deutlich von den Konzepten der deutschsprachigen Geographiedidaktik, dennoch können Überschneidungen gefunden werden. Das Systemkonzept aus den Bildungsstandards (DGFG 2017) findet sich auch bei LEAT (1998) wieder (vgl. *Systems*) und äußert sich vordergründig in der geographischen Denkstrategie *Verknüpfen*. Auch mit dem Konzept *Cause and Effect*, das sich ebenfalls in der Denkstrategie *Verknüpfen* operationalisiert, finden sich Parallelen zu dem deutschsprachigen Systemkonzept. Ein komplexes System muss zunächst über Strukturen, Funktionen und Prozesse analysiert werden, damit Ursache-Wirkungs-Beziehungen entwickelt werden können, die letztendlich das geographische System beschreiben bzw. es unter einer gezielten Problemstellung untersucht werden kann (DGFG 2017). Auch bezüglich der geographischen Denkstrategie *Vergleichen* finden sich Übereinstimmungen mit dem Systemkonzept, denn die Elemente eines erdräumlichen Phänomens sollten zunächst kategorisiert und in Teilsysteme untergliedert werden, um Zusammenhänge innerhalb und zwischen den Teilsystemen zu erklären. Bezüglich des *Maßstabswechsels* ist es erforderlich, geographische Systeme auf verschiedenen räumlichen Ebenen zu betrachten, um auch systemische Zusammenhänge zwischen und innerhalb dieser Ebenen zu analysieren. Die Raumkonzepte werden in ihrer Vielfalt nicht explizit angesprochen, aber auch bei LEAT (1998) liegt ein Schwerpunkt auf dem Raumbezug (vgl. *Location*; *Verorten*). Das Konzept des Nachhaltigkeitsvierecks findet bei LEAT (1998) jedoch keinerlei Beachtung.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die beiden Schlüsselkonzepte des Denkens *Systems* und *Cause and Effect* sowie die geographischen Denkstrategien *Vergleichen*, *Verknüpfen* und *Maßstabswechsel* (LEAT 1998) Berührungspunkte zum Systemkonzept der Bildungsstandards (DGFG 2017) aufweisen. Um ein Unterrichts-konzept zur Förderung der geographischen Systemkompetenz mithilfe des TTG-Ansatzes zu entwickeln und zu erproben, wurde die Mystery-Methode ausgewählt. Sie wird im nachfolgenden Kapitel genauer erläutert.

2.2.4 Die Mystery-Methode als Lernmethode des TTG-Ansatzes

Die Mystery-Methode ist eine aktivierende Unterrichtsmethode aus dem Thinking-Through-Geography-Ansatz und bietet hohes Potenzial für den Einsatz im Geographieunterricht (LEAT 1998, 2000; VANKAN 2007; SCHULER 2012). Als Methode des konstruktivistischen Lernens zeichnet sie sich durch vorstrukturierte Offenheit, herausfordernde Problemstellungen, Fachbezug zu geographischen Inhalten, Aktivierung und Integration des Alltagswissens der Schüler*innen und Orientierungen an Schlüsselkonzepten des Denkens aus (VANKAN 2007). Die Schüler*innen erhalten auf 20-30 kleinen Kärtchen ungeordnete Informationen zu einem komplexen geographischen Fallbeispiel. Jene Informationen gilt es in Kleingruppen zu strukturieren, zu gewichten und sinnvoll zu vernetzen, um eine rätselhafte Problemfrage beantworten zu können (RIEB ET AL. 2015). Aus dieser *rätselhaften* Problemfrage wurde auch der Name „Mystery“-Methode abgeleitet. Sie zeichnet sich weiterhin dadurch aus, dass es mehr als eine richtige Lösung gibt, denn einzelne Informationen bzw. Zusammenhänge können von Lernenden unterschiedlich gewichtet, interpretiert oder bewertet werden (SCHULER 2012). Zentrale Ziele sind das Fördern von schlussfolgerndem und vernetzendem Denken, kooperativem Lernen, Problemlösekompetenz, Argumentationskompetenz und nicht zuletzt Systemkompetenz (LEAT, NICHOLS 1999; SCHULER 2005; VANKAN 2007; LASKE, SCHULER 2012; SCHULER 2012; HERDEG 2014; MEHREN, M. et al. 2015; RIEB ET AL. 2015; MEHREN ET AL. 2017).



Abb. 11 | Schüler*innen bei der Arbeit mit der Mystery-Methode (Aufnahme aus der Pilotstudie)

Zu Beginn der Mystery-Methode werden Kleingruppen gebildet (Abb. 11). Als empfohlene Gruppengröße werden drei Lernende benannt (VANKAN 2007). Wenn die Gruppen kleiner wären, so können keine Vorteile aus den verschiedenen Ansichten der Schüler*innen geschöpft werden. Sind die Gruppen größer, so könnte es zu Motivationsverlusten und fehlender Mitarbeit kommen. Im Anschluss werden den Lernenden die Informationskärtchen sowie die problemorientierte Leitfrage offenbart. Gemeinsam sollen sie die Informationen lesen, strukturieren und so miteinander vernetzen, dass sie eine möglichst zusammenhängende und ausführliche Antwort auf die Problemfrage geben können. Das Strukturieren und Vernetzen der Karten kann in Form eines graphischen Wirkungsgefüges geschehen. Dabei werden die Karten durch Pfeile miteinander verknüpft. Ebenso können die Pfeile beschriftet werden, um die Sinnzusammenhänge zu verdeutlichen.

Mitte der 1990er Jahre in England im Rahmen des TTG-Ansatzes entwickelt (LEAT 1998) und durch SCHULER (2005) erstmals in der deutschen Forschungslandschaft publiziert, gilt die Mystery-Methode als weit verbreitet im deutschsprachigen Schulkontext (SCHULER 2012). Vor allem in Lehramtsstudiengängen und Lehrer*innenseminaren sind sie fester Bestandteil (SCHULER 2012; RIEB ET AL. 2015). Empirische Daten zum tatsächlichen Einsatz der Methode im deutschsprachigen Geographieunterricht sind nicht vorhanden, aber es wird davon ausgegangen, dass eine hohe Anzahl an Lehrenden die Mystery-Methode in ihrem Unterricht nutzt (SCHULER 2012). Obwohl die Methode Einzug in geographiedidaktische Publikationen gefunden hat, mangelt es an empirischen Erkenntnissen darüber, wie und warum geographische Denk- und Lernprozesse durch die Mystery-Methode stattfinden bzw. gefördert werden können (KARDIJK ET AL. 2013; VAN DER SCHEE 2013).

In einer Dokumentenanalyse, die im Zuge dieser Arbeit durchgeführt wurde, konnte festgestellt werden, dass im Zeitraum von April 2005 bis April 2020 insgesamt 94 Aufgabenbeispiele zur Mystery-Methode in deutschsprachigen, geographiedidaktischen Zeitschriften oder Buchbänden veröffentlicht wurden (Tab. 5). Die Analyse umfasst eine Betrachtung aller Artikel, die seit der ersten Veröffentlichung eines Mysteries in den exemplarischen geographiedidaktischen Zeitschriften „Praxis Geographie“ und „geographie heute“ publiziert wurden. Darüber hinaus wurden anhand einer Internetrecherche mit den Suchbegriffen „Mystery + Geographieunterricht“ weitere veröffentlichte Mysteries in die Analyse mit einbezogen und in der Spalte „Andere Publikationen“ vermerkt. Mysteries, welche für andere Unterrichtsfächer entwickelt wurden, z. B. für den Politikunterricht (GLORIUS 2006; BEHNE 2009; STENGELIN 2009) oder den Biologieunterricht (MÜLHAUSEN, PÜTZ 2013), fanden innerhalb der vorliegenden Analyse keine Berücksichtigung. Die Analyse erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, dennoch kann aufgrund der hohen Fallzahlen der analysierten Hefte (Praxis Geographie inkl. Praxis Geographie

extra: N=169; geographie heute: N=74) auf eine Verallgemeinerbarkeit geschlossen werden. Die Ergebnisse der Rubrik „Andere Veröffentlichungen“ resultieren beispielsweise aus den Zeitschriften Diercke360°, Terra Methode, Geographie aktuell & Schule, education21 sowie aus den Sammelwerken VANKAN (2007) und KREUZBERGER (2011).

Tab. 5 | Übersicht zu Veröffentlichungen von Mysteries in ausgewählten deutschsprachigen, geographiedidaktischen Publikationen zwischen 2005 und 2020

Jahr	Anzahl der Artikel pro Publikation			Anzahl pro Jahr
	<i>Praxis Geographie</i>	<i>geographie heute</i>	<i>Andere Publikationen</i>	
2005	2	-	-	2
2006	-	-	-	0
2007	-	-	3	3
2008	-	-	1	1
2009	-	1	-	1
2010	2	-	3	5
2011	2	-	2	4
2012	14	3	1	18
2013	4	1	2	7
2014	6	-	2	8
2015	1	-	1	2
2016	11	2	2	15
2017	2	1	1	4
2018	2	1	11	14
2019	6	-	-	6
2020	4	-	-	4
2005 bis 2020	56	9	29	94

Auf Basis der Analyse kann geschlussfolgert werden, dass seit 2005 eine sehr hohe Anzahl an Mysteries veröffentlicht wurde. Außerdem geht hervor, dass die Mystery-Methode zwischen 2005 und 2009 zunächst nur sporadisch auftrat und ab

2010 immer stärker an Bedeutung gewann, vor allem durch drei ausschließliche Mystery-Publikationen (HAB 2012; HENNING 2016; MÜLLER-HOFFMANN 2018). Die hohe Zahl an Veröffentlichungen und deren zunehmende Entwicklung spricht für einen wachsenden Zuspruch und eine steigende Relevanz der Methode für den Schulunterricht. Über den tatsächlichen Einsatz der Mystery-Methode im deutschsprachigen Geographieunterricht können jedoch keine gesicherten, empirischen Belege angeführt werden.

Die bisherigen Untersuchungen zur Mystery-Methode stammen vornehmlich aus England und den Niederlanden. In England wurde eine qualitative Studie durchgeführt, welche die Arbeitsprozesse der Schüler*innen während der Bearbeitung von Mysteries in Phasen systematisiert (LEAT, NICHOLS 1999, 2000a, 2000b). Die Forscher konnten mithilfe von Zeitreihenfotographien, Videoaufnahmen, Beobachtungsprotokollen sowie stimulated-recall-Interviews induktiv herausfinden, dass Kleingruppen bis zur Problemlösung bestimmte *stages* (= Stufen oder Phasen) durchlaufen, welche, abhängig vom Leistungsniveau der Lernenden, in ihrem Auftreten differieren (LEAT, NICHOLS 1999, S. 23). Tab. 6 verdeutlicht die wesentlichen Merkmale der einzelnen Phasen. Leistungsschwache Kleingruppen kommen zumeist nicht über die Setting Stage hinaus, bevor sie eine Antwort auf die Leitfrage geben. Sehr leistungsstarke Gruppen erreichen sogar die Abstract Stage, wobei manche Gruppen auch einzelne *stages* überspringen. Eine hier nicht aufgeführte Phase ist das *reject set* (LEAT, NICHOLS 1999, S. 24). Diese verläuft parallel zu den anderen Phasen, indem einzelne Karten auf einen Nebestapel für unwichtige Informationen abgelegt werden können. Von diesem Stapel können jedoch jederzeit wieder Karten integriert werden.

Tab. 6 | Beschreibung der idealtypischen „stages“ während der Arbeit mit der Mystery-Methode (eigene Darstellung, nach LEAT, NICHOLS 1999, 2000a, 2000b)

Stages	Beschreibung
<i>Display Stage</i>	Die Lernenden bekommen einen Stapel unsortierter Informationskarten und lernen die Inhalte erstmalig kennen. Manche Gruppen halten die Karten wie ein Kartenspiel und lesen sie laut vor, bevor diese hingelegt werden. Andere verteilen sie direkt auf der Arbeitsfläche und lesen sie. Das Lesen kann laut für alle oder individuell und leise geschehen.
<i>Setting Stage</i>	Die Lernenden bilden anschließend Kartenstapel aufgrund gemeinsamer Merkmale, um die Informationen zu sortieren. Die Merkmale können auf alltäglichen Begriffen (z. B. Tiere, Namen oder Plätze) oder thematischen Begriffen (z. B. Gründe dafür/dagegen) basieren. Die Stapel können als Cluster, Säulen oder Blöcke gelegt werden.

<i>Sequencing/ Webbing Stage</i>	Werden Zusammenhänge zwischen den Stapeln der Setting Stage oder einzelnen Informationskarten erkannt, so kommt es zu einer Umsortierung der Karten. Es können lineare Ursache-Wirkungsketten (sequencing) oder komplexe, multirelationale Beziehungen (webbing) gelegt werden. Diese Phase geht zumeist mit einer ersten Erklärung oder Hypothese zur Lösung der Problemfrage einher.
<i>Reworking Stage</i>	Die Lernenden arbeiten weiterhin an den Zusammenhängen zwischen den Informationskarten und verändern ständig ihre Anordnung. Dies kann sich auf eine Karte oder auf mehrere Karten oder Stapel beziehen, bis die Gruppe eine finale Anordnung gefunden hat. Am Ende dieser Phase kann eine Antwort auf die Problemfrage gegeben werden.
<i>Abstract Stage</i>	Einige Gruppen haben die Informationen und deren Zusammenhänge so internalisiert, dass sie nachfolgend emergente Strukturen erkennen und darüber diskutieren, ohne die Anordnung ihrer Informationskarten zu verändern.

Neben der Phaseneinteilung der Arbeitsprozesse haben die Forschenden ein Bewertungssystem für die schriftlichen Antworten, welche die Lernenden im Anschluss auf die problemorientierte Leitfrage geben, entwickelt. Angelehnt an die *SOLO taxonomy* (BIGGS, COLLIS 1982) können die Antworten der Lernenden auf verschiedenen Niveaustufen auftreten (LEAT, NICHOLS 1999; VANKAN 2007): 1. unstrukturierte Antwort, 2. einfache Antwort, 3. mehrfache Antwort, 4. zusammenhängende Antwort und 5. ausführliche und abstrakte Antwort (vgl. Kap. 4.2.3). Die Forschenden konnten positive Zusammenhänge zwischen den erreichten *stages* innerhalb des Arbeitsprozesses und dem Niveau der schriftlichen Antwortsätze auf die Leitfrage feststellen (LEAT, NICHOLS 1999). Inwiefern die Struktur der gelegten Karten als *graphische* Repräsentation ihrer Wissensstrukturen gemessen werden können, betrachten die Forschenden jedoch nicht. Sie beziehen sich ausschließlich auf die schriftlichen Antwortsätze als Lösung der *Mysteries*.

In einer Folgestudie wurden *Mysteries* für *digital tabletops* entwickelt, erprobt und evaluiert (KHARRUFA ET AL. 2009; KHARRUFA 2010; KHARRUFA, LEAT 2013). Im Rahmen einer Design-Based-Research-Studie wurden insgesamt sieben digitale *Mysteries* entwickelt und in drei iterativen Zyklen untersucht. Im Mittelpunkt der Untersuchung standen einerseits die Entstehung von praxisnahen und funktionsfähigen digitalen *Mysteries* sowie der Ableitung von Gestaltungsempfehlungen zum kollaborativen Arbeiten mit *digital tabletops*. Andererseits sollten die *stages* nach LEAT, NICHOLS (1999) überprüft und für die digitale Variante angepasst werden. Bezüglich des zweiten Untersuchungsziels wurde festgestellt, dass die ersten drei

Phasen ähnlich ablaufen. Jedoch wurden sie umbenannt in *reading stage* (entspricht der *display stage*), *grouping stage* (entspricht der *setting stage*) und *webbing/sequencing stage* (KHARRUFA ET AL. 2010). Die beiden letzten Phasen von LEAT, NICHOLS (1999) – *reworking stage* und *abstract stage* – entfielen und wurden durch eine *reflection stage* ersetzt. Innerhalb dieser Reflexionsphase haben die Lernenden die Möglichkeit, ihren Arbeitsprozess in Form eines Screencasts wiederholend anzusehen, an bestimmten Stellen anzuhalten und ihre Arbeitsschritte zu beschreiben, zu erklären und zu begründen. Diese Phase wurde in Anlehnung an die Forschungsmethode *Stimulated Recall* entwickelt (KHARRUFA 2010, S. 131).

Studien aus den Niederlanden beschäftigten sich vor allem mit der Vielzahl an Lernmethoden des TTG-Ansatzes (VAN DER SCHEE ET AL. 2003; LEAT ET AL. 2005; VAN DER SCHEE ET AL. 2006; HOOGHUIS ET AL. 2014) und wurden bereits in Kap. 2.2.1 beschrieben. Die quasi-experimentelle Prä-Post-Studie von KARDIJK ET AL. (2013) untersuchte jedoch erstmals die Lerneffekte durch die Arbeit mit der Mystery-Methode. Die Lernenden der Experimentalgruppe durchliefen drei bis vier Mysteries im Regelunterricht. Im Gegensatz dazu führten die Kontrollgruppen einen am Schulbuch orientierten Unterricht mit den gleichen Mystery-Inhalten durch. Die Prä- und Posttests bestanden in dem Aufzeichnen und Beschreiben von Zusammenhängen zwischen den UN Millenniums-Entwicklungszielen (UNITED NATIONS 2012), um die geographische Denkstrategie „Verknüpfen“ (vgl. Kap. 2.2.3) zu messen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Experimentalgruppen signifikant höhere Werte in den Post-Tests erreichten als die Kontrollgruppen. Die Forschenden leiten daraus ab, dass die Nutzung von Mysteries sowohl dazu beiträgt, geographische Zusammenhänge besser zu erkennen als auch das geographische Denken fördert (KARDIJK ET AL. 2013). Geschlechtsspezifische Unterschiede konnten nicht gefunden werden. Darüber hinaus werden Forschungsdesiderata für zukünftige Studien aufgeworfen. Einerseits sollen die inhaltlichen Zusammenhänge, welche die Lernenden in Prä- und Posttests sowie in den Mysteries erkannt haben, detaillierter untersucht werden, um mögliche Lerneffekte besser erklären zu können. Andererseits sollen Lernprozessanalysen durch *stimulated-recall*-Interviews, Beobachtungen oder die Methode „Lautes Denken“ angeregt werden, um genauer zu erklären, wie Schüler*innen mit komplexen, geographischen Sachlagen umgehen und dabei ein Lernprozess erfolgt.

APPLIS (2012, 2014) untersuchte die Mystery-Methode im Kontext globalen Lernens und wertorientierten Geographieunterrichts. Aus Gruppendiskussionen mit Lernenden, welche die Mystery-Methode innerhalb einer Unterrichtsreihe durchgeführt haben, konnte rekonstruiert werden, dass die Methode auf verschiedene Arten Vorteile bringt: „[...] komplexe Systeme weltlicher Erscheinungen“ (APPLIS 2012, S. 220) können anhand der Mystery-Methode betrachtet, analysiert und diskutiert werden. Durch die Interaktionen und Diskussionen in den Kleingruppen

können systemzusammenhängende Bedeutungen zugewiesen werden. Außerdem werden Lernprozesse unterstützt, wenn ein hoher Anteil an Eigenbeteiligung und Spaß am Austausch besteht und wenn Inhalt und Methodik in einem Sinnzusammenhang stehen. Es zeigte sich, dass bei den Lernenden „eine positive Orientierung an Diversität“ (APPLIS 2012, S. 221) entstand. Einerseits erzeugte das Arbeiten in Kleingruppen den Zugang zu verschiedenen Positionen und Meinungen (Diversität als Sozialität). Andererseits ermöglichten die inhaltlich differierenden Perspektiven einen Zugang zu komplexen, geographischen Problemstellungen (inhaltliche Diversität). APPLIS (2014) fasst zusammen, dass Schüler*innen komplexe Unterrichtsmethoden mit kooperativen Lernsettings, wie die Mystery-Methode, bevorzugen, wenn es um Inhalte globalen Lernens geht.

Anhand der beschriebenen Studien ist erkennbar, dass erste Ansätze zu den Lerneffekten, zu Handlungsmustern innerhalb des Lernprozesses sowie zur Relevanz der Methode für die Lernenden im Geographieunterricht geschaffen wurden. Dennoch mangelt es an detaillierteren und praxisnahen empirischen Belegen. LEAT, NICHOLS (1999) fordern, dass verstärkte fachdidaktische Entwicklungsforschung nötig sei, um die Lernprozesse ganzheitlicher zu betrachten. Die von ihnen gefundenen *stages* sollen in anderen Kontexten überprüft und möglicherweise adaptiert werden. Darüber hinaus werfen sie weitere unberührte Forschungsfelder im Zusammenhang mit der Mystery-Methode auf:

1. *Einfluss der Schüler*innenmerkmale auf das Lernen* (z. B. Rolle der Vorerfahrung mit der Mystery-Methode, Altersabhängigkeit, Unterschiede zwischen homogenen und heterogenen Gruppen)
2. *Gebrauch und Entwicklung sprachlicher Fähigkeiten* (z. B. Analyse der Diskussionen während des Arbeitsprozesses, Unterschiede in der Art des Sprechens je Phase)
3. *Rolle des Lehrenden* (z. B. Art und Weise sowie Häufigkeit von Hilfestellungen, Effektivität von Lehrkraft-Interventionen vs. peer-group-Interventionen)
4. *Lerneffekte bei den Schüler*innen* (z. B. Was lernen Schüler*innen wirklich? Wie reflektieren Schüler*innen ihren Lernprozess?)

Der beschriebene Forschungsstand zeigt, dass die Mystery-Methode eine hohe Praxisrelevanz aufweist und viele Potenziale zur Förderung von Denkfähigkeiten bereithält. Demgegenüber stehen jedoch die mangelnden empirischen Erkenntnisse mehrerer Forschungsfelder. Das in vielen Aufsätzen propagierte Potenzial, dass die Mystery-Methode das systemische Denken fördert, wird lediglich theoretisch begründet, jedoch empirisch nur in Ansätzen belegt (KARDIJK ET AL. 2013).

2.2.5 Ausgewählte Design-Prinzipien der Mystery-Methode

Innerhalb des TTG-Ansatzes wurden didaktische Leitlinien formuliert, welche sowohl die Gestaltung von Lernsettings als auch die Unterrichtsdurchführung strukturieren (VANKAN 2007). Diese didaktischen Leitlinien werden auch „Design-Prinzipien“ oder „Gestaltungsprinzipien“ genannt (EULER 2014). Sie gelten als Oberbegriff für unterrichtliche Handlungsleitlinien, die auf unterschiedlichen Abstraktionsgraden formuliert werden können (HILLER 2017). So gelten Design-Prinzipien auf hohem Abstraktionsniveau als Leitprinzipien („substantive emphasis“), z. B. Problem-, Handlungs-, oder Erfahrungsorientierung (VAN DEN AKKER 1999), und Design-Prinzipien auf niedrigem Abstraktionsniveau als Umsetzungsprinzipien („procedural emphasis“), z. B. Fachbezug zu geographischen Inhalten, Integration graphischer Visualisierungen oder selbstgesteuertes Lernen (EULER 2014, S. 108). Der Vorteil bei der Formulierung von Design-Prinzipien für ein Lernsetting liegt darin, dass sie in ihrer Anwendungsreichweite variieren können (HILLER 2017). Sie stellen „keine Gesetzesaussagen“ dar, sondern „bieten Orientierung und Richtung an“ (PLOMP, NIEVEEN 2009, S. 22) und können daher an das Niveau der Lernenden angepasst werden sowie den Forschungsprozess strukturieren.

Die Mystery-Methode basiert auf einer Vielzahl von Design-Prinzipien des TTG-Ansatzes (VANKAN 2007; SCHULER 2012): Aktivierung von Alltagswissen, Orientierung an Schlüsselkonzepten des Denkens (vgl. Kap. 2.2.2), Problemorientierung, Fachbezug zu geographischen Inhalten, vorstrukturierte Offenheit und Scaffolding, kooperatives/kollaboratives Lernen, selbstgesteuertes Lernen, Binnendifferenzierung über individuelle Lernniveaus, metakognitives Lernen und graphische Repräsentation. Für die vorliegende Arbeit wurden vier handlungsleitende Design-Prinzipien ausgewählt (Abb. 12), die einen Bezug zur geographischen Systemkompetenz aufweisen und den Forschungsprozess leiten (vgl. Kap. 2.3).

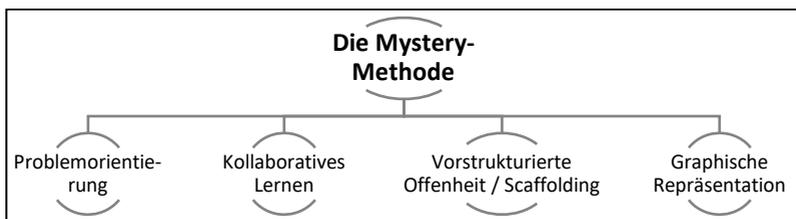


Abb. 12 | Forschungsleitende Design-Prinzipien der Mystery-Methode für die vorliegende Arbeit (eigene Darstellung)

2.2.5.1 Problemorientierung

Die Mystery-Methode beginnt mit einer herausfordernden Problemfrage, welche die Lernenden nur lösen können, wenn sie die Informationen auf den Kärtchen gewichten, sinnvoll ordnen und strukturieren sowie miteinander in Beziehung setzen (SCHULER 2012). Diese Form der Problemorientierung in einem Unterrichtsetting beruht auf dem Ansatz des *problembasierten Lernens*. Der Ansatz ist eine auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende, didaktische Lehr-Lernform, bei der die Schüler*innen möglichst selbstständig eine vorgegebene Problemstellung lösen. Die Problemstellungen sollten aus einem „Rätsel“ (SCHNEIDER 2013, S. 44) bestehen, welches für die Lernenden authentisch und interessant ist und dessen Antwort noch unbekannt ist (HILLER 2017).

Im Zuge der PISA-Studie wurde eine Definition für das Problemlösen entwickelt, welche wesentliche Merkmale des problembasierten Lernens im Unterricht aufzeigt:

„Problemlösen ist zielorientiertes Denken und Handeln in Situationen, für deren Bewältigung keine Routinen verfügbar sind. Der Problemlöser hat ein mehr oder weniger gut definiertes Ziel, weiß aber nicht unmittelbar, wie es zu erreichen ist. Die Inkongruenz von Zielen und verfügbaren Mitteln ist konstitutiv für ein Problem. Das Verstehen der Problemsituation und deren schrittweise Veränderung, gestützt auf planendes und schlussfolgerndes Denken, sind konstitutiv für den Prozess des Problemlösens.“ (BAUMERT ET AL. 2003, S. 3)

Nach RHODE-JÜCHTERN, SCHNEIDER (2012) wird mit der Konzeption einer lohnenden Problemstellung eine Spannung zwischen dem Wissen und Nicht-Wissen erzeugt, wobei die Offenheit für verschiedene Lösungen ein wesentliches Kennzeichen darstellt. Problemfragen, die als Unterrichtseinstieg genutzt werden und in der Folge kleinschrittig bearbeitet werden, unterscheiden sich grundlegend von den Aufgaben des problembasierten Lernens. LASKE, SCHULER (2012) unterscheiden je nach Offenheit und Komplexität der Problemstellung zwei Formen des Problemlösens: das einfache und das komplexe Problemlösen. Das einfache Problemlösen kann als Vorform des komplexen Problemlösens angesehen werden. Den Schüler*innen wird ein Handlungsplan vorgelegt, nach dem sie das Problem lösen. Wenn sie diesen verinnerlicht haben, werden ähnliche Problemstellungen vorgegeben, die nach dem bekannten Schema zu bearbeiten sind. Beim komplexen Problemlösen gibt es keinen festgelegten Handlungsplan, nach dem die Lernenden vorgehen können, denn der Sachverhalt ist zu komplex im Sinne der Anzahl an Elementen, der Vernetztheit, der Intransparenz, der Dynamik und Vielzieligkeit (BAUMERT ET AL. 2003; HERGET 2003).

Zur Konzeption problemorientierter Aufgabenstellungen dient die moderat-konstruktivistische Lerntheorie als Grundlage (REINMANN, MANDL 2006). Nach ihr sollten in Unterrichtsettings folgende Aspekte integriert werden: Aktivierung des Alltagswissens und der Vorkenntnisse, vorstrukturierte Offenheit und Scaffolding (vgl. Kap. 2.2.5.3), Nutzung von Inhalten, die einen Lernttransfer zulassen, offene Lernwege, kognitiv aktivierende und selbstgesteuerte Lerngelegenheiten, Nutzung des sozialen Kontextes der Lerngruppe sowie Einbringung metareflexiver Elemente durch Reflexionsphasen. Obwohl die Lösung komplexer Probleme oftmals schwierig und nicht-linear erfolgt, haben BETSCH ET AL. (2011) eine theoretische Möglichkeit der *Phaseneinteilung des Problemlösens* entwickelt.

- (1) Zu Beginn muss das *Problem identifiziert* werden. Je nach Inhalt und Niveau der Klasse kann das Problem vorgegeben oder von den Lernenden selbst erschlossen werden.
- (2) Im Anschluss kommt es zu einer *Ziel- und Situationsanalyse*. In dieser Phase klären die Schüler*innen, welches Ziel sie erreichen sollen und betrachten den Ist-Zustand (vorliegende Materialien, Möglichkeiten des Recherchierens).
- (3) In der dritten Phase erstellen die Lernenden einen *Plan zur Lösung des Problems*. Dabei werden sinnvolle Handlungsabfolgen mit Zwischenzielen angedacht, verschiedene Strategien abgewogen und Alternativen entwickelt.
- (4) Daraufhin kommt es zur *Planausführung mit abschließender Problemlösung*. Die Umsetzung des Lösungsplans sollte allerdings von einer metakognitiven Planüberwachung begleitet werden. Bei Lernhindernissen oder bei Nicht-Erreichen der festgelegten Zwischenziele müssen die Lernenden ihren Plan überarbeiten oder komplett revidieren und neu entwickeln.
- (5) In der letzten Phase wird das *Ergebnis* im Hinblick auf die zu Beginn vorgenommene Zielanalyse *bewertet bzw. evaluiert*. Hinzu kommt der kritische Vergleich mit den Lösungen anderer Schüler*innen und der metakognitiven Reflexion der eigenen Vorgehensweise zur Problemlösung.

KLAUER (2011) kritisiert an dem Modell, dass die Reflexionsphase erstmals nach der Problemlösung auftritt und betont, dass bereits zwischen den einzelnen Phasen Reflexionen im Sinne eines Monitorings angedacht werden sollten, um intensivere, metakognitive Lernprozesse anzuregen. Als Reaktion auf die Kritik von KLAUER (2011) entwarfen CONRAD ET AL. (2012) das See-Plan-Do-Reflect-Problemlöserad. Dieses kann auf die „[...] meisten Probleme im Geographieunterricht angewandt werden“ (CONRAD ET AL. 2012, S. 28) und spiegelt die o. g. Problemlösephasen in komprimierter Form wider, wobei zwischen den Phasen (2), (3) und (4) Reflexionsphasen integriert werden. Die Ergebnisbewertung bzw. -evaluation findet zusätzlich im Anschluss statt. Es dient den Schüler*innen als Handreichung während des

Problemlöseprozesses und kann vor allem schwächeren Lernenden eine Orientierung geben. Zur genaueren Beschreibung und Visualisierung dieses Modells wird auf CONRAD ET AL. (2012) verwiesen.

2.2.5.2 Kollaboratives Lernen

Das kollaborative bzw. kooperative Lernen bildet eines der zentralen Design-Prinzipien des TTG-Ansatzes. Obwohl in der Literatur zum TTG-Ansatz von kooperativem Lernen die Rede ist (VANKAN 2007), wird für das vorliegende Forschungsprojekt der Begriff des kollaborativen Lernens gewählt. Die beiden Begrifflichkeiten werden oftmals synonym verwendet, jedoch unterscheiden sie sich essentiell. Bei einer Recherche der Forschungsliteratur wurde festgestellt, dass sich ein Großteil der Autor*innen auf die Begriffsabgrenzung von ROSCHELLE, TEASLEY (1995), die zwischen kollaborativem und kooperativem Problemlösen differenzieren, stützt:

„Collaboration is a coordinated, synchronous activity that is the result of a continued attempt to construct and maintain a shared conception of a problem. We make a distinction between 'collaborative' versus 'cooperative' problem solving. Cooperative work is accomplished by the division of labour among participants, as an activity where each person is responsible for a portion of the problem solving“ (ROSCHELLE, TEASLEY 1995, S. 70).

Es wird deutlich, dass sich die beiden Begrifflichkeiten hinsichtlich des Grades an Arbeitsteilung unterscheiden. Während beim kooperativen Lernen die Gruppenmitglieder das Gruppenziel erreichen wollen, indem sie die Arbeit untereinander aufteilen und erst am Ende die Einzelergebnisse zusammentragen, versteht sich das kollaborative Lernen als gemeinsame Wissenskonstruktion über die gesamte Arbeitsphase hinweg. Zur Erreichung des Gruppenziels sind alle Lernenden zu jeder Zeit und bei allen Aktivitäten involviert (VAN BOXTEL ET AL. 2002). Kollaboration beruht auf der Annahme, dass eine diskursive Auseinandersetzung der Schüler*innen mit einem vorliegenden, problemorientierten Sachverhalt stattfindet. Widersprüche in den Überzeugungen regen idealerweise Diskussionsprozesse an, mithilfe derer eine für alle annehmbare Lösung ausgehandelt werden muss. Um erfolgreich zusammenzuarbeiten, müssen die Lernenden eine aktive Arbeitshaltung aufweisen und aufgeschlossen sein. Jene positive Grundeinstellung kann insbesondere durch das Mitgestalten des Lernweges sowie durch ein Gefühl der Selbstverantwortung erzeugt werden (SLAVIN 1996; CHAN 2001). Das kollaborative Lernen kennzeichnet sich durch eine wechselseitige Kommunikation zwischen den Gruppenmitgliedern über deren individuelle Positionen, welche sie in Bezug auf den Lerngegenstand vertreten. Dabei können sie die Rolle des Erklärenden oder des Zuhörenden einnehmen (LAZONDER ET AL. 2003). Durch das Ausformulieren eigener Meinungen, die Argumentation gegenüber anderen Ideen, das Planen und Über-

wachen des Arbeitsprozesses sowie das Beantworten und Begründen der problemorientierten Leitfrage wird das Bewusstsein für die eigene Wissenskonstruktion sowie deren Bewertung gestärkt (KEEFER ET AL. 2000; ERTL ET AL. 2006; NUSSBAUM 2008). Da die gemeinsame Wissenskonstruktion und die diskursive Auseinandersetzung mit dem Fachinhalt bei der Mystery-Methode im Mittelpunkt stehen, wurde sich im Zuge dieser Arbeit für den Begriff des kollaborativen Lernens entschieden.

Obwohl in zahlreichen Studien festgestellt wurde, dass das kollaborative Lernen im Vergleich zur Einzelarbeit positiven Einfluss auf den Lernprozess hat (DILLENBOURG ET AL. 1996; SLAVIN 1996; CARTER ET AL. 2003), vertritt GRÜB-NIEHAUS (2010) die Ansicht, dass offene Lernformen nicht bedingungslos funktionieren und somit nicht immer vorteilhaft seien. Beeinflussende Faktoren können z. B. die Gruppenzusammensetzung, die Motivation der Gruppenmitglieder, das Leistungsniveau, das Vorwissen oder weitere personenbezogene Faktoren wie Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit oder Sympathie sein (GAO ET AL. 2007; HUNDERTMARK 2012).

Kollaboratives Lernen und Argumentation

Eine der theoretischen Annahmen des TTG-Ansatzes besagt, dass während der Arbeit mit der Mystery-Methode Diskussionsprozesse stattfinden, die eine Förderung der Argumentationskompetenz der Schüler*innen mit sich bringt (LEAT 1998; SCHULER 2005; VANKAN 2007; SCHULER 2012). VANKAN (2007) postuliert, dass „[...] Mysteries [...] die Argumentationskompetenz [fördern]. Wenn ein Schüler ein Kärtchen verschiebt, um eine andere Ordnung herzustellen oder einen neuen Zusammenhang zu konstruieren, werden die anderen Gruppenmitglieder fragen, weshalb er das tut, sodass er gezwungen ist, sein Vorgehen gut zu begründen“ (VANKAN 2007, S. 106). Demnach werden im Zuge des Gruppenarbeitsprozesses Hypothesen aufgestellt, welche es durch Belege zu bekräftigen und gegenüber Argumentationen anderer Gruppenmitglieder zu verteidigen gilt (LEAT, NICHOLS 1999; VANKAN 2007; SCHULER 2012). Diese Annahmen sind hypothetisch und idealisiert. Unter welchen Umständen, in welcher Qualität und auf welche Art und Weise diese Diskussionsprozesse stattfinden und welche Rolle sie zur Lösung der Problemfrage spielen, ist ungeklärt. VAN DER SCHEE (2013) fordert in diesem Sinne „[...] weitere qualitative Forschung [...], um herauszufinden, wie Schülerinnen und Schüler lernen, geographisch zu denken und zu argumentieren“ (VAN DER SCHEE 2013, S. 111). Auch REINMANN, MANDL (2006) erklären, dass die Unterrichtsforschung einen Schwerpunkt auf die Entwicklung von Verfahrensweisen, welche die Kollaborations- und Interaktionsprozesse innerhalb praxisnaher Kontexte unterstützen, sowie deren Evaluation auf empirischer Basis setzen sollte.

Kollaboratives Concept Mapping

Die graphische Repräsentation des geographischen Systems mithilfe der Mystery-Methode wird von den Proband*innen im Zuge des Forschungsprojekts in einer Concept Map dargestellt (vgl. Kap. 4.2.2).

Im Gegensatz zum individuellen Concept Mapping, bei dem die Begriffsnetze auf der Wissensrepräsentation einer einzelnen Person basieren, entwickeln beim kollaborativen Concept Mapping, auch Gruppenmapping oder interaktives Concept Mapping genannt, zwei oder mehrere Personen gemeinsam eine Concept Map (GEHL 2013). Obwohl die Anzahl der Studien überwiegt, in denen Concept Maps individuell erstellt werden, gibt es empirische Hinweise auf die lernförderliche Wirkung kollaborativ erstellter Concept Maps (HORTON ET AL. 1993; ROTH, ROYCHOUDHURY 1993; NESBIT, ADESOPE 2006; GAO ET AL. 2007).

Ein wesentlicher Vorteil kollaborativen Concept Mappings liegt in der Möglichkeit, über die Auswahl von Begriffen und Relationen sowie über deren Wichtigkeit und Anordnung zu diskutieren und gemeinsam Entscheidungen im Entstehungsprozess zu treffen (VAN BOXTEL ET AL. 2002). Im Zuge dessen legen die Lernenden ihre Gedanken offen, diskutieren gemeinsam Ideen oder Unklarheiten und wägen die Bedeutung verschiedener Alternativen ab. Im Idealfall können die Interaktions- und Kollaborationsprozesse der Gruppen zu einer qualitativ höheren Concept Map, im Vergleich zu einer Individualmap, führen (GEHL 2013).

Auch ROTH, ROYCHOUDHURY (1992, 1993) konstatieren, dass Concept Maps die Wissenskonstruktion fördern, insbesondere wenn sie kollaborativ erstellt werden und das Beziehungsgeflecht in Ko-Konstruktionsprozessen erarbeitet, externalisiert und besprochen wird. Darüber hinaus betonen GAO ET AL. (2007), dass sich Lernende während des kollaborativen Concept Mappings kaum über irrelevante Themen austauschen und der Interaktionsfokus auf der Arbeit mit den Konzepten und ihren Relationen liegt. Concept Maps gelten demnach als geeignetes Kommunikationsinstrument (FREEMAN, JESSUP 2004), das den Lernenden die Möglichkeit gibt, die Konzepte tiefgründig zu diskutieren und zu verstehen (VAN BOXTEL ET AL. 2002). BRUHN ET AL. (2000) gehen ferner davon aus, dass „[...] die gemeinsame Konstruktion externaler Darstellungen der Aufgabeninhalte das Auftreten spezieller verbaler Prozesse fördert“ (BRUHN ET AL. 2000, S. 119). Concept Maps können folglich als Form der Visualisierung von Fachinhalten dienen, welche die kollaborativen Diskussions- und Aushandlungsprozesse unterstützt.

2.2.5.3 Vorstrukturierte Offenheit/ Scaffolding

Das Design-Prinzip der vorstrukturierten Offenheit umfasst das Ziel, ein Lernsetting zu gestalten, das offene, selbstgesteuerte Lernsituationen initiiert, diese jedoch durch Arbeitsaufträge, Materialangebot oder Impulsgebungen unterstützt. Bezüglich der Mystery-Methode sind die Lösungswege und möglichen Ergebnisse offen. Auf der anderen Seite arbeiten die Lernenden in einem geschlossenen methodischen Rahmen, der durch die Informationskärtchen mit einer vorangestellten Problemfrage strukturiert ist. Darüber hinaus kann die Lehrkraft Hilfestellungen geben, welche die Lernenden bei Schwierigkeiten unterstützen (VANKAN 2007). Das *Scaffolding* (engl. Baugerüst) beschreibt jene Unterstützungsmaßnahmen, die durch den Lehrenden, durch Materialangebot, Arbeitshinweise oder sprachliche Hilfen bereitgestellt werden. Das Ziel des Scaffoldings besteht darin, dieses „Gerüst“ sukzessive zu entfernen, um bei den Lernenden selbstständigere Arbeitsweisen zu implizieren (WOOD ET AL. 1976).

Die Basis für das heutige Verständnis des Scaffoldings beschrieb VYGOTSKY (1978) in seiner Idee der *Zone der proximalen Entwicklung*. Er ging davon aus, dass Lernprozesse zwischen einem aktuellen und einem potenziellen Entwicklungsstand unterschieden werden können. Die Differenz zwischen dem Fähigkeitsniveau, Probleme selbstständig zu lösen und dem Fähigkeitsniveau, das gleiche Problem unter Anleitung einer kompetenten Person zu lösen, bezeichnete er als Zone der proximalen Entwicklung. Eine unterrichtspraktische Nutzung dieser Idee setzt voraus, dass die Lehrer*innen das Niveau ihrer Schüler*innen einschätzen können. Auf dieser Basis können sie Problemlöseaufgaben stellen, die ein wenig über ihrem aktuellen Fähigkeitsniveau liegen, um die Zone der proximalen Entwicklung zu verringern. Scaffolding bedeutet dann, die Lücke zwischen dem, was die Schüler*innen können und dem, was durch Unterstützung leistbar ist, mit entsprechender Unterrichtsplanung und -interaktion zu überbrücken. Allerdings bedeutet es nicht, dass die Lernenden ein Arbeitsblatt mit Lernhilfen bekommen, sondern vielmehr wird das Ziel verfolgt, einen „intellektuellen Schub“ zu veranlassen: „In our view, scaffolding, unlike good teaching generally, is specific help that provides the intellectual ‘push’ to enable students to work at ‘the outer limits of the ZPD [zone of proximal development, Anm. d. V.]“ (HAMMOND, GIBBONS 2005, S. 25).

2.2.5.4 Graphische Repräsentation

Wie in Kap. 2.1.4 beschrieben, bildet die graphische Repräsentation eines Realitätsbereiches innerhalb des Prozesses der Modellbildung den Übergang von der externen Modellierung zu einem materiellen Realmodell. Es dient dabei als Werkzeug, einen systemisch angelegten Sachinhalt zu strukturieren und ein tieferes Verständnis zu entwickeln, wobei der eigenen aktiven Konstruktion eine zentrale Rolle zukommt (STERN ET AL. 2003). Eine graphische Darstellung anzufertigen, dient

nicht nur der Unterstützung, komplexe Informationen zu veranschaulichen, es kann auch die Struktur eines Problems offenbaren (BELL 2004; HILDEBRANDT 2006). Bei der Arbeit mit der Mystery-Methode bekommen die Schüler*innen 20 bis 30 kleine Informationskärtchen, die sie in eine graphische Struktur bringen und anhand derer sie die problemorientierte Leitfrage beantworten (vgl. Kap. 2.2.4). In den theoretischen Ausführungen sowie in den publizierten Praxisbeispielen werden unterschiedliche Formen der graphischen Repräsentation bei der Mystery-Methode als Erwartungshorizont festgesetzt. Die „Erfinder“ der Mystery-Methode (LEAT, NICHOLS 1999) arbeiten mit ausgeschnittenen Karten, welche die Lernenden in bestimmte Strukturen schieben sollen. Je nach *stage*, welche die Gruppen erreichen, können die graphischen Darstellungen einzelne kategorienbezogene Clusterhaufen (*setting stage*), lineare Verkettungen (*sequencing stage*) oder netzwerkartige Strukturen (*webbing stage*) abbilden. VANKAN (2007) schlägt vor, dass die Schüler*innen mithilfe der Kärtchen ein Wirkungsgefüge erstellen. Die Kärtchen werden dabei mit Pfeilen verbunden, sodass sich eine netzwerkartige Struktur ergibt. Somit kann der systemische Fachinhalt als komplexes Gebilde veranschaulicht werden. Eine Schwierigkeit bei dieser Darstellung sind die unklaren Beziehungen zwischen den Kärtchen. Nicht beschriftete Pfeilverbindungen geben keine genaue Aussage darüber, in welcher Beziehung die Kärtchen zueinander stehen. Dennoch wurde diese Form der Darstellung von vielen anderen Autor*innen übernommen (OHL 2012; RENDEL 2013; FÖGELE 2015).

Um diese Unklarheit zwischen den Kärtchen zu beheben, erschufen MEHREN ET AL. (2017) eine erweiterte Form, in der die Pfeile beschriftet werden. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Zusammenhänge zwischen den Karten nachvollziehbarer sind. Wenn die Wirkungsgefüge als Diagnoseinstrument eingesetzt werden, kann auch diese Darstellungsform an ihre Grenzen stoßen, weil es zu viele Möglichkeiten der Beschriftung zulässt und eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Wirkungsgefügen erschwert. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, die Kärtchen mit Überschriften zu versehen, die als Überbegriffe bzw. Konzepte angenommen werden und in Verbindung mit anderen Kärtchen eine Concept Map bilden können (HEMPOWICZ 2017). Diese kann folglich mit verschiedenen Indizes, z. B. Vernetzungsindex oder Strukturindex, als Diagnoseinstrument eingesetzt werden. Die Lernenden können darüber hinaus kleine Symbole einzeichnen, welche die Wirkungsweise der Zusammenhänge spezifizieren (+ verstärkende, - abschwächende und o neutrale Wirkung) sowie die Beschriftungen in statische (z. B. besteht aus, wohnt in, ist Teil von) und dynamische Relationen (z. B. bewirkt, führt zu, erhöht, verringert) einteilen.

Einen anderen Ansatz vertritt SCHUHMAN (2012). Nach ihm beschäftigen sich die Lernenden zunächst selbstorganisiert mit den Mystery-Kärtchen. Wenn sie der

Meinung sind, dass sie die wichtigsten Elemente und Beziehungen aus den Kärtchen abstrahiert haben, besteht die Aufgabe darin, eine eigene handschriftliche Concept Map auf einem anderen Blatt zu erstellen. Damit löst er sich bewusst von dem Grundprinzip der Mystery-Methode, nach dem mithilfe des Anordnens und Verschiebens der Kärtchen eine graphische Darstellung erzeugt werden soll. Die Abstraktion erfordert ein hohes Leistungsniveau, sodass diese Form lediglich für die Sekundarstufe II konzipiert wurde.

2.3 Zusammenfassende Erkenntnisse für die vorliegende Arbeit und Konkretisierung der Fragestellung

Nachdem im bisherigen Kapitel 2 eine Aufarbeitung des theoretischen Hintergrunds und des Forschungsstands sowohl zur Systemkompetenz im Fach Geographie als auch zum Thinking-Through-Geography-Ansatz inklusive der Mystery-Methode erfolgte, soll das nachstehende Kapitel beide Theoriebereiche miteinander verknüpfen. So wird die in der Einleitung dargelegte Hauptforschungsfrage „*Wie organisieren Lernende ein komplexes geographisches System im Rahmen der Mystery-Methode?*“ unter Berücksichtigung des theoretischen Rahmens, des dargelegten Forschungsstandes sowie der didaktisch-methodischen Voraussetzungen präzisiert. Anhand der forschungsleitenden Design-Prinzipien der Mystery-Methode (vgl. Kap. 2.2.5) werden Verbindungen zur Systemorganisationskompetenz hergestellt. Nach einer theoretischen Zusammenführung der beiden Theorieteile, werden – in Anlehnung an die Methodologie des Fallstudien-Designs (vgl. Kap. 4.1) – die theoretischen Annahmen abgeleitet und konkretisierte Forschungsfragen postuliert.

2.3.1 Systemorganisationskompetenz und Problemorientierung

Im Sinne der Problemorientierung als didaktisches Prinzip werden Unterrichtsssettings konzipiert, in denen die Schüler*innen eine vorgegebene Problemstellung möglichst selbstständig bewältigen. Beim komplexen Problemlösen gibt es aufgrund der hohen Anzahl an Elementen, der Vernetztheit, der Intransparenz, der Dynamik und Vielzieligkeit eines komplexen Sachverhalts keinen festgelegten Handlungsplan. Der Problemlöseprozess muss zunächst entwickelt werden, wobei verschiedene Wege zur Problemlösung ausprobiert, überdacht oder revidiert werden müssen. Der Geographieunterricht orientiert sich an der Komplexität der Wirklichkeit (HERGET 2008), sodass auch komplexe Problemlöseprozesse im Unterricht stattfinden. Um das Leitziel – eine raumbezogene Handlungskompetenz – zu erreichen (DGFG 2017), sollten sich Schüler*innen mit adressatengemäßen komplexen Aufgabenstellungen beschäftigen, um anwendungsfähiges Wissen entstehen zu lassen (TULODZIECKI ET AL. 2004). Um der hohen Komplexität erdräumlicher

Themen nachzuspüren, können metareflexive *habits* den Verstehensprozess komplexer Systeme unterstützen (WATERS FOUNDATION 2010; MEHREN ET AL. 2014; MEHREN ET AL. 2017), z. B. den Blick aufs Ganze behalten, die Dinge aus verschiedenen Perspektiven betrachten, sich vor vorschnellen Schlussfolgerungen hüten oder das System auf wichtige Stellschrauben reduzieren (Komplexitätsreduktion). Aus dieser Zusammenführung lassen sich folgende theoretische Annahme und Teilforschungsfragen ableiten:

Gute Systemdenkende bzw. Problemlösende behalten den Blick auf das Ganze und können Schlüsselemente für die Lösung eines komplexen Problems bestimmen (BAUMERT ET AL. 2003; WATERS FOUNDATION 2010; LASKE, SCHULER 2012; MEHREN ET AL. 2014; MEHREN ET AL. 2017). Sie strukturieren und überwachen selbstständig ihren Problemlöseprozess (BETSCH ET AL. 2011; LASKE, SCHULER 2012).

- Inwiefern stellen die Kleingruppen eine Verbindung zu der anfangs gestellten Problemfrage während des Arbeitsprozesses her?
- Auf welchem Komplexitätsniveau formulieren sie eine Lösung auf die Problemfrage?
- Welche Karten benennen sie als Schlüsselemente des Systems?

2.3.2 Systemorganisationskompetenz und kollaboratives Lernen

Wie in Kap. 2.2.5.2 beschrieben, wird sich in der vorliegenden Studie auf den Begriff des *kollaborativen Lernens* – im Gegensatz zum kooperativen Lernen – gestützt. Kollaboratives Lernen beruht auf der Annahme, dass sich die Schüler*innen diskursiv mit einem Sachverhalt auseinandersetzen, weil die auftretenden, widersprüchlichen Meinungen Diskussionsprozesse anregen, mithilfe derer eine gemeinsame Lösung ausgehandelt werden muss (VAN BOXTEL ET AL. 2002). Wenn Schüler*innen über problemorientierte Sachlagen diskutieren, generieren sie nicht nur neues Wissen, sondern vernetzen dieses miteinander bzw. bauen dieses in vorhandene, mentale Strukturen ein (ZOHAR, NEMET 2002), da sie sich tiefgründiger mit dem Fachinhalt auseinandersetzen als in Einzelarbeit (AUFSCHNAITER ET AL. 2008). Diese Wissensvernetzung auf der Basis von Gruppenarbeiten findet vor allem in Lernsettings statt, die eine multiperspektivische Betrachtung und gegensätzliche Argumentationen zulassen (KULICK 2014). BASQUE, LAVOIE (2006) stellten in einer Metastudie fest, dass je mehr elaborierte und komplexe Interaktionen bei Gruppenarbeiten stattfinden, desto höher auch die Lernleistung der Gruppe sei, wobei die Gruppenzusammensetzung einen entscheidenden Faktor darstellt. WILKINSON, FUNG (2002) wiesen nach, dass Lernende mit niedrigem Kompetenzniveau besser

in heterogenen Gruppen lernen, da sie stärkere Unterstützung erhalten. In homogenen Gruppen würde ihnen das notwendige Wissen fehlen, um sich gegenseitig Fachinhalte zu erklären bzw. sich diskursiv damit auseinanderzusetzen (DILLENBOURG ET AL. 1996). In ihrer Metaanalyse bewiesen LOU ET AL. (1996) dagegen, dass Lehrende eher homogene als heterogene Gruppen bilden sollten, um möglichst hohe Lerneffekte zu erzielen. Bezüglich der kollaborativen Erstellung von Concept Maps profitieren, unabhängig von der Gruppenzusammensetzung, die schwächeren Schüler*innen, da sie ihnen als visuelle Unterstützung dienen, strukturierend wirken und leichter einen lernförderlichen Diskurs anregen können (BRUHN ET AL. 2000; VAN BOXTEL ET AL. 2002).

Innerhalb des Systemorganisationsprozesses bei der Mystery-Methode werden die relevanten Informationen als Elemente erkannt, miteinander vernetzt und in einem Wirkungsgefüge bzw. einer Concept Map dargestellt (MEHREN ET AL. 2016; MEHREN ET AL. 2017). Jene Lernumgebungen, die das Verständnis komplexer Systeme als Ziel ausgeben, sollten die Vorteile kollaborativer und diskursiver Lernprozesse nutzen (JACOBSON, WILENSKY 2006; APPLIS 2012), denn sie fördern die Wissenskonstruktion, da die Lernenden die inhaltlichen Verknüpfungen externalisieren und besprechen müssen (ROTH, ROYCHOUDHURY 1993). Es kann zu gegnerischen Interaktionen oder ko-konstruktiven Handlungen kommen, bei denen Schüler*innen bestimmte Handlungen ihrer Mitschüler*innen verbessern oder erweitern (ROTH, ROYCHOUDHURY 1992; SIZMUR, OSBORNE 1997):

Lernende mit hohem Systemkompetenzniveau können Systemelemente und deren Relationen umfassend und vernetzt identifizieren und sehen sie als Teil eines zusammenhängenden Ganzen (REMPFLER, UPHUES 2011b; MEHREN ET AL. 2016; MEHREN ET AL. 2017). Bei der kollaborativen Organisation eines geographischen Systems äußern sich diese Fähigkeiten in komplexen systemorganisierenden, ko-konstruktiven Handlungs- und Kommunikationsweisen (ROTH, ROYCHOUDHURY 1992, 1993; BRUHN ET AL. 2000; VAN BOXTEL ET AL. 2002; BOLLMANN-ZUBERBÜHLER, KUNZ 2008; APPLIS 2012).

- Wie gehen Kleingruppen bei der Organisation eines geographischen Systems vor?
- Durch welche systemorganisierenden Handlungen wird der Arbeitsprozess bestimmt?
- Welche interindividuellen Unterschiede treten dabei auf?
- Welche kollaborativen Handlungsmuster können innerhalb des Systemorganisationsprozesses identifiziert werden?
- Inwiefern finden diskursive Auseinandersetzungen zwischen den Lernenden innerhalb des Systemorganisationsprozesses statt?

2.3.3 Systemorganisationskompetenz und vorstrukturierte Offenheit/ Scaffolding

Die didaktische Reduzierung von Komplexität im Unterricht bringt eine große Schwierigkeit mit sich: Werden komplexe Sachlagen übersimplifiziert, so wird die Realität verzerrt dargestellt. Die Lösungen können nur eindimensional oder linear ausfallen. Werden Sachlagen zu komplex behandelt, so stoßen viele Lernende an ihre kognitive Grenze und das vorliegende Problem kann gar nicht gelöst werden (MEHREN ET AL. 2014). Um mit komplexen Herausforderungen umzugehen und diese erfolgreich zu bewältigen, muss die Eigenkomplexität der Lernenden schrittweise erhöht werden (SCHEUNPFLUG, SCHRÖCK 2000). Demnach sollen Lernende bei der Entwicklung von Problemlösestrategien mehr kognitive Entscheidungen pro Handlung treffen, um sich der Komplexität der Sachlage allmählich anzunähern. Schüler*innen mit geringer Eigenkomplexität gehen zumeist nach dem Prinzip „trial and error“ vor oder verharren auf verkürzten Tat-Folge-Zusammenhängen (MEHREN ET AL. 2014). Zur Unterstützung einer Förderung der Eigenkomplexität von Lernenden spielt das Scaffolding eine entscheidende Rolle (vgl. Kap. 2.2.5.3). Die Lernenden sollten, je nach aktuellem Fähigkeitsniveau, Unterstützungsangebote bekommen, damit sich die Zone der proximalen Entwicklung (VYGOTSKY 1978) verringert und die Eigenkomplexität erhöht. Ein angemessenes Maß an Vorstrukturierung und Offenheit muss gewährleistet sein, um adäquate Komplexitätsniveaus zu erreichen:

Komplexe Sachlagen erweisen sich nicht als objektiv bestimmbare Größe, sondern liegen stets im Auge des Betrachtenden (MEHREN ET AL. 2014). Um ein angemessenes Komplexitätsniveau anzubieten, sollte keine Über- oder Unterforderung stattfinden, sondern ein geeignetes Maß an Vorstrukturierung und Offenheit gewählt werden (VYGOTSKY 1978; VANKAN 2007). Lernende mit der Fähigkeit, Systeme auf hohem Komplexitätsniveau zu organisieren, benötigen demnach weniger Scaffolding als Lernende mit niedriger Systemorganisationskompetenz (SCHEUNPFLUG, SCHRÖCK 2000; MEHREN ET AL. 2014).

- Welche Probleme treten während des Arbeitsprozesses auf, die sich auf die Arbeitsanweisungen oder das Material zurückführen lassen?
- Inwiefern differenzieren die Lernenden die komplexen Sachlagen auf ihr eigenes Fähigkeitsniveau?
- Inwiefern werden Scaffolding-Angebote genutzt bzw. umgesetzt?

2.3.4 Systemorganisationskompetenz und graphische Repräsentationen

Um Systeme organisieren und im Zuge dessen graphische Repräsentationen erstellen zu können, findet der kognitive Prozess der Modellbildung statt (ESCHENHAGEN ET AL. 1996). Dabei wird zunächst der originale Wirklichkeitsbereich durch das Identifizieren von Systemelementen, -relationen und -grenzen auf das Wesentliche reduziert und intern modelliert, sodass ein ideelles Denkmodell entsteht. Dieses wird anschließend durch das Erstellen einer graphischen Repräsentation extern modelliert bzw. vergegenständlicht, sodass ein materielles Realmodell als Basis für einen weiteren Informationsaustausch gebildet wird. Im Rahmen der Mystery-Methode identifizieren die Lernenden relevante Informationen zur Lösung der Problemfrage, finden Beziehungen zwischen den Informationen und gewichten sie in relevante und irrelevante Informationen (interne Modellierung). Im Anschluss entwickeln sie gemeinsam eine graphische Struktur der Zusammenhänge, welche zur Beantwortung der problemorientierten Leitfrage dient (externe Modellierung). Da die interne und externe Modellierung interindividuell verschieden sein können, z. B. durch Vorwissensunterschiede oder verschiedene Überzeugungen, gilt es, sich in der Gruppe auszutauschen, sich diskursiv mit unterschiedlichen Meinungen auseinanderzusetzen und letztendlich einen gemeinsamen Konsens zu finden. Lernsettings zum Verständnis komplexer Sachlagen sollten jene Vorteile kollaborativer und diskursiver Lernprozesse einbeziehen (JACOBSON, WILENSKY 2006). Es findet eine stärkere Vernetzung des Wissens statt (KEEFER ET AL. 2000; NUSSBAUM 2008), welche geclusterte, hierarchische oder netzwerkartige Wissensrepräsentationen hervorbringen kann (NOVAK ET AL. 1984; RUIZ-PRIMO, SHAVELSON 1996). Je höher das Niveau an Systemorganisationskompetenz der Lernenden ist, umso komplexer und netzwerkartiger können sie die kognitive Modellierung des Systems in eine graphische Darstellung, z. B. ein Wirkungsgefüge oder eine Concept Map, überführen (MEHREN ET AL. 2016):

Graphische Repräsentationen, insbesondere Concept Maps, eignen sich zur Visualisierung systemischer Zusammenhänge (ESCHENHAGEN ET AL. 1996; STERN ET AL. 2003; HILDEBRANDT 2006; MEHREN ET AL. 2016). Je höher das Niveau der Systemdenkenden ist, umso höher ist auch die strukturelle und inhaltliche Qualität der Concept Maps (MEHREN, R. et al. 2015b; MEHREN ET AL. 2016).

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Systemkompetenzniveau der Kleingruppen und dem Vernetzungs- bzw. Strukturindex sowie der inhaltlichen Qualität der erstellten Concept Maps?

3. Darstellung der Unterrichtseinheit „Rosenanbau am Naivasha-See (Kenia)“

Der in dieser Untersuchung gewählte Lerngegenstand umfasst das geographische System „Rosenanbau am Naivasha-See (Kenia)“. Die zu erreichende Kompetenz der Unterrichtseinheit beinhaltet, dass sich die Schüler*innen mithilfe der Mystery-Methode den Rosenanbau am Naivasha-See als geographisches System erschließen und dieses in einer Concept Map darstellen können sowie auf der Basis dessen eine begründete Antwort auf eine problemorientierte Leitfrage geben. In diesem Kapitel werden zunächst die systemischen Zusammenhänge des Lerngegenstandes dargestellt, bevor eine didaktisch-methodische Begründung der Umsetzung des Lernsettings erfolgt. Die Darstellung des Lernsettings ist an dieser Stelle von großer Bedeutung, weil sich die didaktisch-methodischen Überlegungen direkt aus den theoretischen Erkenntnissen zur geographischen Systemkompetenz, dem Thinking-Through-Geography-Ansatz sowie zur Mystery-Methode und ihren forschungsleitenden Design-Prinzipien aus dem Kapitel 2 ergeben.

3.1 Inhalte der Unterrichtseinheit

Der Naivasha-See befindet sich im östlichen Teil des ostafrikanischen Rift Valleys, hat eine Größe von 3.200 km² und liegt ca. 90 Kilometer nordwestlich der kenianischen Hauptstadt Nairobi. An seinem Ufer befindet sich die Naivasha-Stadt mit einer Einwohnerzahl von 198.444 Menschen (Stand 2019, BRINKHOFF 2020). Der Naivasha-See ist, im Gegensatz zu vielen anderen Seen der Region, ein Süßwassersee und beherbergt eine riesige Artenvielfalt (ca. 300 Vogelarten, Fische, Antilopen, Flusspferde, Giraffen etc.). Die Region ist geprägt von ganzjährigen, gleichmäßig warmen Temperaturen, einer hohen Sonnenscheindauer, relativ konstanten Niederschlagsmengen mit etwas niederschlagsreicheren Phasen (März bis Mai, Oktober, November) und nährstoffreichen Böden (WWF DEUTSCHLAND 2014; REIMANN 2016; DALLMUS 2018). Aufgrund der idealen klimatischen Bedingungen und dem zur Verfügung stehenden Wasserangebot des Sees haben sich in den letzten 30 Jahren ca. 170 Blumenfarmen in der Region angesiedelt, in denen 90.000 Menschen arbeiten (DOHMEN 2017). Die Blumen werden auf einer Gesamtfläche von 1.900 Hektar angebaut und erzeugen 70 % aller kenianischen Blumen (WWF DEUTSCHLAND 2014). In einem Gewächshaus am Naivasha-See befinden sich durchschnittlich drei Millionen Blumen bzw. Blumenstiele, wovon ein Großteil aus Rosen besteht (DALLMUS 2018).

Es wird davon ausgegangen, dass zwei Drittel aller Rosen, die in Deutschland verkauft werden, in Afrika angebaut wurden (WWF DEUTSCHLAND 2014). Der Rosenhandel ist jedoch ein undurchsichtiges, globales Geschäft, bei dem die Vertriebswege sehr verzweigt sind. Die Drehscheibe des europäischen Blumenhandels bildet die

Niederlande. Dort werden täglich insgesamt neun Millionen Tonnen importiert und anschließend exportiert, wobei ca. 85 % der Pflanzen aus Afrika stammen (DALLMUS 2018). Kenia hat dabei die Vorrangstellung als größter Rosenexporteur. Beispielsweise wurden im Jahr 2013 6.600 Tonnen Rosen in einem Gesamtwert von 31 Millionen Euro nach Europa exportiert (WWF DEUTSCHLAND 2014). Der Einfuhrpreis für eine kenianische Rose liegt bei zehn Cent. In den Niederlanden angekommen, werden sie oftmals als Holland-Rose deklariert, um den enormen Transportaufwand zu verbergen und größere Verkaufszahlen zu erzielen (FLUCHTGRUND 2016).

Mittlerweile bildet die Rosenzucht einen der wichtigsten Wirtschaftszweige Kenias (DALLMUS 2018). Mit einer jährlichen Wachstumsrate von 5 % für den Export von Schnittblumen bietet der Rosenhandel hohes Wirtschaftspotenzial mit enormen Erträgen. Außerdem konnten allein durch die Blumenindustrie am Naivasha-See 50.000 neue Arbeitsplätze für die lokale Bevölkerung geschaffen werden (FLUCHTGRUND 2016). Dennoch gehen mit der starken Entwicklung des Rosenhandels gravierende ökologische und soziale Probleme einher (Abb. 13). Zur Bewässerung der Blumen wird das Wasserreservoir des Sees genutzt. Täglich werden 20.000 Kubikmeter Wasser pro Rosenfarm verwendet, was einem virtuellen Wasserverbrauch von 4.000 Deutschen am Tag entspricht (FLUCHTGRUND 2016). Vom Anbau bis zum Ernten werden für eine Rose vier Liter Wasser benötigt. Für den Umgang mit dem vorhandenen Seewasser wurden bisher kein nachhaltiges Wassermanagement implementiert bzw. einheitliche Standards entwickelt. Zwischen den Blumenproduzent*innen und dem staatlichen Management des Nai-vasha-Sees gibt es keine effektive Regelung (WWF DEUTSCHLAND 2014). Um möglichst hohe Erträge zu erzielen und Parasiten zu bekämpfen, wird in vielen Farmen eine große Menge an Dünger und Pestiziden eingesetzt, die einerseits die Gesundheit der Arbeitenden gefährden, da diese oftmals unzureichend mit Schutzkleidung ausgestattet sind, und andererseits das Seewasser durch verschmutzte Abwässer belasten. Dies führt zu verstärkter Algen- und Unkrautbildung im See, was bereits eine teilweise Eutrophierung zur Folge hat. Aufgrund des enormen Wasserverbrauchs sinkt der Wasserspiegel jährlich (DALLMUS 2018). Ein weiterer Faktor ist das hohe Bevölkerungswachstum in der Region. Viele Kenianer*innen sehen in der Naivasha-See-Region ein hohes Arbeitsplatzpotenzial, doch die Anzahl der Arbeitsplätze ist begrenzt und nicht alle finden eine Anstellung. Die Arbeitslosenquote liegt bei 40-50 %, trotz des hohen regionalen Wirtschaftswachstums. Die Erschließung und Schaffung neuen Wohnraums, die zusätzliche Müllproduktion, die höhere Trinkwassernachfrage und die zunehmenden Abwässer sorgen für weitere ökologische Probleme durch das Bevölkerungswachstum. Selbst wenn die Menschen Arbeit finden, zahlen die meisten Blumenfarmbesitzer einen sehr niedrigen Lohn (ca. 47 Euro im Monat). Die schlechten Arbeitsbedingungen gipfelten schließlich 2015 in einem

riesigen Streik, woraufhin über 1.000 Menschen entlassen und die Stellen mit anderen Arbeiter*innen besetzt wurden. Für den Bau zusätzlicher Behausungen und den Bau von Farmen wird in erster Linie Holz aus der Region verwendet. Die dadurch entstehenden Bodenerosionen bewirken eine stärkere Sedimentation des Sees (DOHMEN 2017).

Doch nicht nur die Blumenfarmarbeiter*innen, auch andere Branchen leiden unter dem zunehmenden Rosenhandel. Die ökologischen Probleme verringern die Fischpopulationen im See, sodass Fischer*innen ihre Existenz verlieren können. Episodische Fangverbote durch den Staat zum Schutz des limnologischen Ökosystems sollen die Artenvielfalt erhalten, jedoch leidet auch hier das Fischereigewerbe (FLUCHTGRUND 2016). Die Nomadenvölker der Massai, die sich oft in diesem Gebiet niederlassen, sind für ihre Rinderzucht auf das Wasser angewiesen (WWF DEUTSCHLAND 2014). Die Blumenfarmbesitzer*innen gehören zumeist ausländischen Unternehmen an, die das Potenzial der Region erkannt haben. Die Tatsache, dass durch ausländische Firmen die traditionellen Gewerbestrukturen benachteiligt werden, verursacht starke soziale Spannungen (FLUCHTGRUND 2016).

Obwohl die Transportwege von ca. 8.000 Kilometern für den Export nach Europa riesig sind und währenddessen durch ständige Kühlung ein hoher Energieaufwand betrieben wird, fällt die Ökobilanz im Vergleich zu einem ganzjährigen Rosenanbau in europäischen Gewächshäusern positiver aus (WWF DEUTSCHLAND 2014; DALLMUS 2018), was den kenianischen Markt so lukrativ macht. In den letzten Jahren wurde die Nachfrage nach Fairtrade-Rosen immer stärker, sodass heute 28 der 170 Blumenfarmen am Naivasha-See fair produzieren (DOHMEN 2017). Die Arbeitenden in diesen Farmen bekommen fast doppelt so viel Gehalt (ca. 90 Euro) wie Arbeitende in konventionellen Farmen. Im Juli 2015 wurde das International Water Stewardship Programme (IWaSP) am Naivasha-See umgesetzt. Mithilfe des Programms haben viele Blumenfarmen ihre Produktion in Gewächshäuser verlagert, in denen ca. 40 Prozent weniger Wasser verbraucht wird als im Freiland. Darüber hinaus sind die Pflanzen weniger anfällig für Pflanzenkrankheiten, sodass weniger Pestizide genutzt werden müssen. Außerdem konnten nachhaltige Bewässerungssysteme, wie die Tröpfchenbewässerung, sowie ein kontrollierter Umgang mit Abwässern eingeführt werden (WWF DEUTSCHLAND 2014). Im Jahr 2016 wurde die Möglichkeit einer Rosenlieferung per Schiff untersucht, um weitere CO₂-Emissionen zu sparen, denn alle Pflanzen werden per Flugzeug transportiert. Jedoch stellen die 25-tägige Transportzeit im Gegensatz zu zwei bis drei Tagen (LKW und Flugzeug) ein zu starkes wirtschaftliches Hindernis dar (REIMANN 2016).

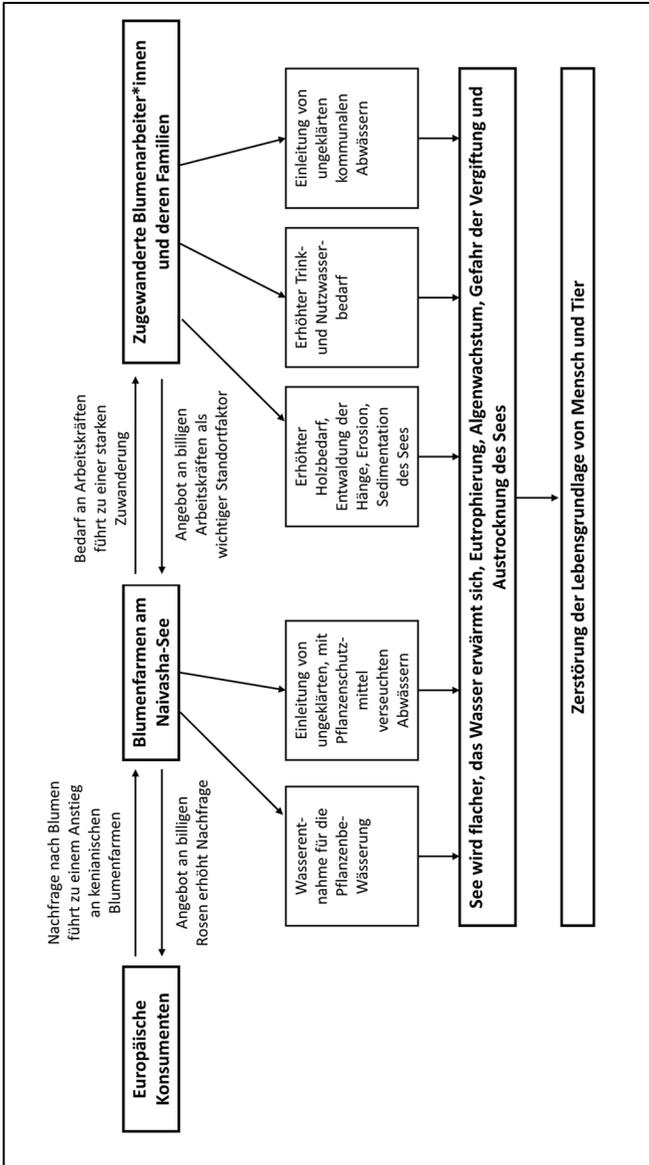


Abb. 13 | Systemische Zusammenhänge zum Rosenanbau am Naivasha-See (verändert nach EHLERS 2012)

3.2 Didaktische und methodische Begründungen der Unterrichtseinheit

Der Lerngegenstand „Rosenanbau am Naivasha-See“ wurde ausgewählt, um die systemischen Zusammenhänge des globalen Handels exemplarisch darzustellen. Dabei handelt es sich um ein Mensch-Umwelt-System (vgl. Kap. 2.1.1), das sowohl ökologische und ökonomische als auch soziale Aspekte integriert. Der Lerngegenstand steht für die beispielhafte Umgestaltung eines Raumes, der aufgrund seiner physisch-geographischen (z. B. klimatisch) und kulturräumlichen Ausstattung (z. B. niedriges Lohnniveau) durch Auslandsinvestitionen ein kurz- bis mittelfristiges Wirtschaftswachstum erfährt, dabei jedoch Umweltstandards vernachlässigt. Da Rosen in jedem deutschen Blumenmarkt und in den meisten Supermärkten ganzjährig gekauft werden können, wurde für die Schüler*innen ein lebensnahes Beispiel gewählt, anhand dessen sie den Rosenhandel bzw. den Rosenanbau am Naivasha-See analysieren. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Lernenden nur in Ansätzen wissen, dass die Rosen in den Blumenmärkten bis zu 8.000 Kilometer Transportwege hinter sich bringen mussten und dass sie in den Anbauregionen erhebliche ökologische und soziale Probleme verursachen. Im Zuge der zunehmenden Globalisierung ist es wichtig, dass die Schüler*innen zukünftige Kaufentscheidungen wohlüberlegt treffen. Das Ziel ist es, sie so zu sensibilisieren, dass sie die Herkunft, Anbaubedingungen und Arbeitsbedingungen zur Herstellung einer Ware hinterfragen und raumverantwortliche Handlungsentscheidungen treffen.

Die Unterrichtseinheit fand in einer 90-minütigen Geographie-Unterrichtsstunde statt. Eine Woche zuvor wurde mit den Proband*innen ein Concept-Map-Training (vgl. Kap. 4.2.2) sowie ein Systemkompetenztest durchgeführt (vgl. Kap. 4.2.1). Der Lerngegenstand „Rosenanbau am Naivasha-See (Kenia)“ wurde nach Absprache mit der Lehrkraft bisher nicht unterrichtet und ist den Schüler*innen unbekannt. Dies ist wichtig, damit die Lernenden ein unbekanntes, geographisches System erschließen und demnach das Vorwissen möglichst wenig Einfluss auf die geographische Systemkompetenz nimmt. Die Unterrichtseinheit wurde nacheinander in zwei Klassen der neunten Jahrgangsstufe (der gleichen Schule) durchgeführt. Ein Grund dafür ist die Nutzung des vorgeschalteten Kompetenztests (MEHREN, R. et al. 2015b), welcher für die neunte Jahrgangsstufe entwickelt und validiert wurde. Er dient der Bildung von homogenen und heterogenen Lerngruppen sowie als Erklärungsgrundlage für auftretende Handlungsmuster innerhalb des Lernprozesses. Ein zweiter Grund ist der Bezug zum Fachlehrplan Geographie des Landes Sachsen-Anhalt. Im Schuljahrgang 9 werden folgende Kompetenzschwerpunkte festgelegt, auf Basis derer die Unterrichtseinheit geplant wurde: (1) „Raumausstattung, -nutzung und -verflechtung analysieren und vergleichen“ inkl. der Kompetenz „Wech-

selwirkungen zwischen Geo- und Humanfaktoren in Beziehungsgeflechten darstellen [...]“ sowie (2) „Raumstrukturen und -prozesse analysieren und erklären“ (MINISTERIUM FÜR BILDUNG SACHSEN-ANHALT 2016, 20 f.).

Das Mystery, welches als Grundlage für die Unterrichtseinheit diene, basiert auf dem veröffentlichten Mystery „Wo Rosen sind, sind auch Dornen“ (EHLERS 2012). Dieses wurde dahingehend angepasst, dass die verschiedenen Aspekte des Systemwürfels aus den Bildungsstandards eingearbeitet wurden (DGFG 2017, S. 11), um eine systemische Betrachtungsweise zu ermöglichen. Zur Schaffung eines Mensch-Umwelt-Systems wurden sowohl natur- als auch humangeographische Informationen integriert, die sich gegenseitig bedingen bzw. als Ursachen und Folgen auftreten können. Darüber hinaus wurden die Systemkomponenten Struktur (z. B. Beryl, die Farmarbeiterin, ist Teil des Bevölkerungswachstums), Funktion (z. B. Naivasha-See liefert Wasser für die Gewächshäuser) und Prozess (z. B. Veränderungen im See führen zu toten Fischen) eingearbeitet, um verschiedene Beziehungen zwischen den Informationen herstellen zu können. Dabei wurde versucht, dass die Informationen auf den Karten möglichst unabhängig für sich stehen und dass erst die Verknüpfung von zwei oder mehreren Karten eine Beziehung zwischen den Informationen zulässt. Weiterhin wurden die verschiedenen Maßstabsebenen lokal (Naivasha-See), regional (regionales Bevölkerungswachstum), national (kenianische Regierung und der Blumenhandel) sowie international/global (Nachfrage aus Europa) integriert. Als zusätzlicher Lebensbezug für die Lernenden wurde ein fiktiver Junge aus Halle/Saale – die Stadt, in der die Hauptstudie stattfand – eingefügt.

Das Mystery besteht aus insgesamt 20 Informationskarten und sechs weiteren, leeren Karten, welche die Schüler*innen nutzen können, um Vorwissensbestände oder zusätzliche, aus dem Material gewonnene Angaben aufzuschreiben (Abb. 14). 19 der 20 Karten beinhalten Textinformation. Eine Karte zeigt eine Tabelle mit der Entwicklung des kenianischen Schnittblumenexports, welche zuerst analysiert werden muss. Darüber hinaus wurden bei elf Karten kleine Bilder unter bzw. neben dem Text zur besseren Veranschaulichung platziert. Jede Karte ist mit einer Überschrift versehen, die dabei hilft, Zusammenhänge zwischen den einzelnen Karten in einer Concept Map zu formulieren. Vor der Arbeit mit den Kärtchen lesen die Schüler*innen zunächst die Ausgangsgeschichte, die Leitfrage und stellen anschließend eine Vermutung zur Beantwortung der Leitfrage auf. Daraufhin verorten sie den Raum mithilfe des Atlas. Während der Arbeit mit der Mystery-Methode erhalten die Lernenden verschiedene Arbeitsaufträge, die sie nacheinander ausführen. Sie haben, abzüglich Begrüßung, Gruppenbildung und Einführung, ca. 70 Minuten Zeit, um die Aufgaben zu bearbeiten. Die Gruppenarbeit erfolgt in Dreiergruppen, welche auf Basis des Kompetenztests gebildet wurden (vgl. Kap. 4.2.1). Das zugrundeliegende Material befindet sich im Anhang 1.

15 Blumenhandel

Entwicklung des kenianischen Schnittblumenexports	
1980	1.900 Tonnen
1990	15.000 Tonnen
2000	38.750 Tonnen
2006	86.480 Tonnen
2011	121.900 Tonnen

Quelle: www.kenyaflowercouncil.org

7 Beryl



Beryl ist 26 Jahre alt und hat zwei kleine Töchter. Für Andela und Sakina muss sie alleine sorgen, seitdem ihr Mann sie verlassen hat. Mit der Hoffnung, auf den Blumenfarmen Arbeit zu finden, hat sie ihren Heimatort verlassen und ist nach Naivasha-Stadt gezogen.

10 Schlechte Bezahlung

Der Verdienst der Arbeiter auf den Blumenplantagen ist sehr gering. Sie erhalten ca. 30 bis 40 Euro im Monat, was oftmals nicht ausreicht, um die Familie zu ernähren und Trinkwasser zu kaufen.



21

Abb. 14 | Beispielhafte Informationskarten des verwendeten Mysterys (vollständiges Mystery: vgl. Anhang 1)

Im Folgenden soll ein Bezug zu den forschungsleitenden Design-Prinzipien und deren Anwendung innerhalb der Unterrichtseinheit hergestellt werden.

Die *Problemorientierung* spiegelt sich zunächst in der anfangs gestellten Problemfrage („Wer ist schuld an Chumbas Situation?“) wider. Im Laufe des Arbeitsprozesses und der Verknüpfung von Informationen müssen die Lernenden stets die Leitfrage einbeziehen, um wichtige von weniger wichtigen Informationen in Form einer Systemgrenze (vgl. Kap. 2.1.3) zu separieren. Nach Beendigung der Phase des Concept Mappings sollen sie jene Problemfrage ausführlich und wohlbegründet beantworten. Anhand dieser Antwort kann analysiert werden, inwiefern die Lernenden die Problematik durchdrungen haben und auf welchem Niveau systemische Zusammenhänge erkannt wurden. Darüber hinaus sollen sie die drei relevantesten Karten zur Beantwortung der Leitfrage markieren, was auch darauf schließen lässt, wie sie die Problemorientierung des Systems verstanden haben und wie sie die Komplexität des Systems reduzieren konnten.

Das *kollaborative Lernen* wird durch die Organisation von Dreiergruppen initiiert. Auf der Basis des Kompetenztests (MEHREN, R. et al. 2015b) werden homogene

(leistungsstark, -mittel und -schwach) und heterogene Gruppen gebildet, um in der Datenauswertung eine höchstmögliche Variation an Fällen herauszufiltern. Da alle Schüler*innen einer Gruppe alle Informationskärtchen verstanden haben müssen, um das System zu organisieren, findet in der Regel zwangsläufig kollaboratives Lernen statt. Die Aufgliederung in Teilaufgaben – im Sinne des kooperativen Lernens – ist für die Bearbeitung der Mystery-Methode kontraproduktiv.

Die didaktische Reduktion von Komplexität mithilfe von *vorstrukturierter Offenheit* bzw. *Scaffolding* wurde auf verschiedenen Ebenen umgesetzt. Einerseits wurde der Arbeitsprozess durch ein zusätzliches Blatt mit Arbeitsaufträgen unterstützt, das den Kleingruppen helfen soll, ihren Lernweg zu strukturieren. Andererseits wurde die Anzahl der Kärtchen auf 20 festgelegt, um einen mittleren Komplexitätsgrad zu wählen. Es wird davon ausgegangen, dass bei 20 bis 30 Kärtchen eine mittlere bis hohe Komplexität erreicht wird (VANKAN 2007), die eine systemische Betrachtungsweise des Lerngegenstandes zulässt. Für leistungsstärkere Gruppen bietet dies die Grundlage, eine stark verzweigte Concept Map zu erstellen. Bei leistungsschwächeren Gruppen hingegen soll das Ausmaß an Überforderung minimiert werden. Darüber hinaus wurden, wie bereits erwähnt, leere Kärtchen und Informationen in einer Tabelle, welche erst ausgewertet werden muss, integriert. Die Mystery-Methode impliziert, dass die Lernenden das Maß ihrer Eigenkomplexität (SCHEUNPFLUG, SCHRÖCK 2000) anwenden, um das System zu durchdringen. Dies bedeutet, dass, je nachdem, welche Strukturen bzw. Verbindungen die Lernenden zwischen den Informationen erkennen, Rückschlüsse auf ihre Fähigkeit zur Systemorganisation geschlossen werden können. Außerdem vergeben die Lernenden innerhalb der Gruppen verschiedene Rollen (Zeitwächter*in, Gruppenchef*in), um den Arbeitsprozess gezielter überwachen und strukturieren zu können.

Hinsichtlich der Visualisierung des Systems in einer *graphischen Repräsentation* wurde sich für eine Concept Map entschieden. Studien zeigen, dass sich Concept Maps eignen, um systemische Zusammenhänge darzustellen (ESCHENHAGEN ET AL. 1996; HILDEBRANDT 2006) und als Messinstrument zur Analyse der Systemkompetenz durch verschiedene Indizes, z. B. Struktur- oder Vernetzungsindex, genutzt werden können (MEHREN, R. et al. 2015b, 2016). In Bezug auf die verschiedenen Variationsmöglichkeiten von Concept-Mapping-Aufgaben unterscheidet GEHL (2013, S. 119) nach Restriktionsgrad, Form des Mappings und Medium. Als Restriktionsgrad wurde die Vorgabe von Begriffen gewählt. Da Concept Maps durch Verknüpfungen von Konzepten bzw. Begriffen gebildet werden, wurden die Informationskarten mit Überschriften versehen, die eine Verbindung zwischen den Karten vereinfachen. Darüber hinaus haben die Lernenden die freie Wahl, wie sie die Struktur der Concept Map organisieren, z. B. in Form von geclusterten, hierarchischen oder verzweigten Netzen. Anhand der selbstständig gewählten Struktur können Erkenntnisse hinsichtlich des Niveaus an Systemorganisation abgeleitet

werden (SOMMER 2005). Als Form des Mappings wurde das Gruppenmapping ausgewählt. Einerseits ist die Mystery-Methode als eine Gruppenarbeitsmethode angedacht, andererseits stehen die kollaborativen Lernprozesse im Fokus des Forschungsvorhabens. Als Medium erhielten die Lernenden eine Korkpinnwand (80 x 60 cm), die mit weißen Blättern bedeckt war und auf der mithilfe von Pinnadeln, Pfeilen und Beschriftungen eine Concept Map erstellt wird. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Fläche ausreichend groß ist und dass – im Gegensatz zum Aufkleben – durch die Befestigung mit Pinnadeln eine variablere Veränderung der Anordnung stattfinden kann.

4. Methodik

In der vorliegenden Studie wird untersucht, wie Schüler*innen in Kleingruppenarbeit das komplexe geo-graphische System „Rosenanbau am Naivasha-See (Kenia)“ organisieren. Die dazu entwickelte Unterrichtseinheit orientiert sich an der Mystery-Methode, mithilfe derer die Lernenden die Informationen des Systems identifizieren, strukturieren und verknüpfen sowie wichtige Informationen von weniger wichtigen separieren müssen, um eine problemorientierte Leitfrage zu beantworten. Bei der Analyse der Lernprozesse bzw. der Lernendenhandlungen in Kleingruppen muss allerdings bedacht werden, dass sie von einer Vielzahl an Einflussfaktoren abhängig sind und komplexe Handlungsmuster auftreten können, die auf den ersten Blick schwer zu durchdringen sind. Aus diesem Grund orientiert sich die vorliegende Arbeit methodologisch am Fallstudiendesign, welches auf der Basis multipler Datenquellen versucht, sich einem unübersichtlichen Phänomen zu nähern und Erklärungskonzepte zu erstellen. In diesem Kapitel wird zunächst die Fallstudie als Forschungsmethodologie beschrieben und begründet sowie dessen Anwendung im Forschungsprojekt erläutert (Kap. 4.1). Im Anschluss werden die einzelnen Erhebungsmethoden (Systemkompetenztest, Concept Maps, schriftliche Antwortsätze, videographierter Arbeitsprozess) sowie der Datenauswertungsprozess dargestellt (Kap. 4.2).

4.1 Untersuchungsdesign der Studie

4.1.1 Die Fallstudie als Forschungsmethodologie

Die vorliegende Studie orientiert sich methodologisch am Fallstudiendesign bzw. Case-Study-Research-Design nach YIN (2018) und an dessen Ableitung als Methode für die naturwissenschaftsdidaktische Forschung nach HUNDERTMARK ET AL. (2010). Dem Begriff „Case Study“ – nachfolgend als Synonym für eine Fallstudie verwendet – werden zwei unterschiedliche Bedeutungen zugeschrieben. Einerseits werden Case Studies im Sinne einer Unterrichtsmethode als didaktisch aufbereitete Fallbeispiele verwendet, mithilfe derer ein spezifischer Sachverhalt exemplarisch von Lernenden bearbeitet werden soll. Andererseits wird damit eine empirisch-sozialwissenschaftliche Forschungsstrategie zur Generierung neuer Erkenntnisse verstanden (HUNDERTMARK ET AL. 2010). Im vorliegenden Forschungsrahmen wird Case Study im Sinne einer empirisch-sozialwissenschaftlichen Forschungsstrategie angesehen, die einen strukturierten Rahmen innerhalb des Untersuchungsprozesses bietet. Obwohl YIN (2018, S. 14) von „Case Studies as a Research *Method*“ spricht, wird Case-Study-Research im Folgenden als eine Forschungs*methodologie* verstanden, denn YIN (2018, S. 16) selbst beschreibt „case study research [as; Anm. d. Verf.] an all-emcompassing mode of inquiry, with its own logic of design, data collection techniques, and specific approaches to data analysis“.

YIN (2018) entwickelte die Methodologie des Case Study Research ursprünglich für Untersuchungen in der Psychologie, den Wirtschaftswissenschaften und den Politikwissenschaften. Im Kontext erziehungswissenschaftlicher Forschung wurde sie zwar nicht weiter konkretisiert, jedoch von anderen Autor*innen adaptiert (BASSEY 1999; HUNDERTMARK ET AL. 2010; HAMILTON, CORBETT-WHITTIER 2013; GRAUER 2016). Beispielsweise wurde im Zuge zweier Dissertationen im Fachbereich Chemiedidaktik der Universität Hannover das Case-Study-Research-Design in einem naturwissenschaftsdidaktischen Zusammenhang angepasst und umgesetzt (HUNDERTMARK 2012; SABALLUS 2012). Dazu wurde, in starker Anlehnung an die theoretischen Überlegungen von YIN (2009), ein schrittweises Vorgehen zur Entwicklung und Durchführung eines *Fallstudien Designs* unter einer didaktischen Perspektive abgeleitet. Dieses bietet einen strukturierten, regelgeleiteten Rahmen innerhalb des Forschungsprozesses (HUNDERTMARK ET AL. 2010) und soll auch als Ausgangspunkt für die vorliegende Untersuchung dienen. Genauere Begründungen für die Wahl eines Fallstudien Designs finden sich im Laufe des Kapitels wieder.

YIN (2018) definiert eine Fallstudie folgendermaßen:

„A case study is an empirical inquiry that investigates a contemporary phenomenon (the “case”) in depth and within its real-life context, especially when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident. [...] A case study copes with the technically distinctive situation in which there will be many more variables of interest than data points, and as one result benefits from the prior development of theoretical propositions to guide data design, data collection, and analysis, and as another result relies on multiple sources of evidence, with data needing to converge in a triangulating fashion“ (YIN 2018, S. 15).

In der Definition ist ersichtlich, dass der Autor einen Fall mit einem gegenwärtigen Phänomen (*contemporary phenomenon*) gleichsetzt. Damit fasst er den Fallbegriff entscheidend weiter als andere Autor*innen, die einen Fall als einzelne Personen oder Personengruppen deklarieren (LAMNEK 2016; MAYRING 2016). Neben der Betrachtung von Individuen oder Gruppen können nach YIN (2009, 2018) auch Organisationen, Entscheidungen, Programme, Prozesse, Beziehungsgeflechte oder soziale Phänomene als Fall angesehen werden. Im schulischen Kontext bedeutet dies, dass ein Lernprozess oder ein Unterrichtskonzept mit bestimmten Lernzielen auch als Fall betrachtet werden kann (HUNDERTMARK ET AL. 2010). Weiterhin beschreibt YIN (2018), dass die Untersuchung eines Falls stets in seinem natürlichen Umfeld (*real-life context*) stattfinden soll und nicht, wie beispielsweise in Laborstudien, variablenkontrolliert eingegrenzt wird. Im Mittelpunkt der Analyse steht demnach das Zusammenspiel möglichst vieler Variablen, um das Phänomen in seinem Kontext detailliert zu beschreiben und zu erklären. Dazu müssen vielfältige

Daten (*multiple sources of evidence*) erhoben werden, die im Sinne einer Triangulation in Beziehung gesetzt werden können. Jedoch kann die offene Herangehensweise an das zu untersuchende Phänomen aufgrund der hohen Komplexität auch Schwierigkeiten mit sich bringen. Eine Hilfestellung zur zielgerichteten Analyse kann ein System von theoretisch hergeleiteten Aussagen (*theoretical propositions*) sein, welches einerseits die Datenerhebung und -auswertung leitet und andererseits den Fokus der Untersuchung auf bestimmte Bereiche des Phänomens lenkt und somit eingrenzt (YIN 2018). Die theoretischen Aussagen werden aus der Forschungsliteratur über das zu untersuchende Phänomen abgeleitet und anschließend bei der Datenauswertung überprüft. Im Gegensatz zu quantitativen Forschungsansätzen, bei denen Hypothesen generiert und überprüft werden, handelt es sich hierbei um „kleine Hypothesen“ (HUNDERTMARK 2012, S. 192), welche die Vorgehensweise im Forschungsprozess strukturieren. Sie liefern dem Forschenden einen theoretischen Zugang zum Phänomen und definieren, welche Daten für den Forschungsprozess wesentlich sind und bezüglich welcher Aspekte diese analysiert werden. YIN (2018) beschreibt in diesem Zusammenhang, dass, obwohl Fallstudien in der Regel qualitativ ausgerichtet sind, möglichst auch quantitative Daten einbezogen werden sollen.

Je nach Zielsetzung der Studie können Fallstudien auf der Basis theoretischer Überlegungen (*theoriegeleitet*) oder zur (Weiter-)Entwicklung von Theorien (*theoriegenerierend*) durchgeführt werden. Theoriegeleitete Fallstudien unterteilt YIN (2018) in Explanator-Case-Studies und Descriptive-Case-Studies. Erstere versuchen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen innerhalb von Fällen zu erklären, indem zunächst ein fundiertes Theoriegebäude aufgestellt wird und dieses gegen den Fall getestet und diskutiert wird. Diese Form der Fallstudien werden insbesondere zur Beantwortung von Forschungsfragen nach dem *Wie* oder *Warum* eingesetzt. Descriptive-Case-Studies haben das Ziel, eine beschreibende Falldarstellung zu entwickeln, wobei verschiedene, voneinander losgelöste Charakteristika, meist quantitativ, untersucht werden. Am Ende dieser Form der Fallstudie steht eine detaillierte Fallbeschreibung, welche die Struktur des Falles offenbart. Als theoriegenerierende Fallstudien nennt YIN (2018) die Exploratory-Case-Studies. Diese haben das Ziel, einen noch nicht oder nur in Ansätzen erforschten Fachbereich zu erkunden und Hypothesen über ein wissenschaftliches Phänomen zu generieren, die in der Folge zu prüfen sind. Zumeist wird diese Form der Fallstudie als Voruntersuchung eingesetzt und mit einer der beiden theoriegeleiteten Formen fortgesetzt.

Im Vergleich zu rein quantitativen Untersuchungen liegt die Stärke von Fallstudien in der umfassenderen Abbildung der sozialen Wirklichkeit, denn sie verharren nicht auf statistischen Momentaufnahmen, sondern können umfangreichere Aussagen zu Entwicklungen, Prozessabläufen, Ursache-Wirkungszusammenhängen

sowie Ableitungen für die Praxis treffen (LAMNEK 2016). Aus diesem Grund werden Fallstudien bevorzugt in komplexen Forschungsfeldern eingesetzt, um sich einen besseren, strukturierten Überblick zu erarbeiten, Relevantes von Unrelevantem zu abstrahieren sowie neue Erkenntnisse auf bekanntes Wissen zurückzuführen (STICKEL-WOLF, WOLF 2011). Mit dem Erheben vielfältiger Daten zur Annäherung an das komplexe Phänomen werden sowohl interpretativ-subjektive Verfahren, z. B. zur Analyse tieferer Sinnstrukturen, als auch funktionalistisch-objektive Verfahren, z. B. durch quantitative Analysemethoden, genutzt.

Vor dem Hintergrund des Forschungsgebietes ist die wichtigste Entscheidung während der Durchführung einer Fallstudie die Festlegung eines bestimmten Falles (Single-Case-Study) bzw. mehrerer Fälle (Multiple-Case-Study). YIN (2018) unterscheidet hierbei in kritische (*critical*), extreme/einzigartige (*extreme/unique*), repräsentative (*representative/typical*), aufschlussreiche (*revealtory*) sowie über einen langen Zeitraum betrachtete (*longitudinal*) Fälle, die je nach Forschungsfrage begründet auszuwählen sind (YIN 2018, S. 49). Insbesondere bei Single-Case-Studies kommt der begründeten Auswahl eines speziellen Falles eine hohe Bedeutung zu, um eine möglichst hohe Aussagekraft zu erhalten. In Multiple-Case-Studies kann die Auswahl der verschiedenen Fälle ebenso anhand der genannten Fallspezifikationen bestimmt werden. Es bietet sich jedoch auch an, die verschiedenen Fälle anhand von untersuchungsspezifischen Merkmalen zu differenzieren (YIN 2018).

4.1.2 Ableitungen für das forschungspraktische Vorgehen

Wie eingangs beschrieben, verfolgt das Fallstudiendesign ein regelgeleitetes, schrittweises Vorgehen im Forschungsprozess. Im Folgenden werden die verschiedenen Schritte erläutert und auf das vorliegende Forschungsprojekt bezogen (YIN 2018, 27 ff.).

(1) Die Forschungsfrage

Die Art der Forschungsfrage liefert einen ersten Ansatzpunkt für die Auswahl einer geeigneten Forschungsstrategie. Anhand der Ausrichtung der Forschungsfrage kann bereits eine Zuordnung zu den drei Formen von Fallstudien stattfinden. Wie in Kap. 1 und Kap. 2.3 dargestellt, wurde folgende übergeordnete Fragestellung abgeleitet, die im Sinne der Fallstudie eine Explanator-Case-Study repräsentiert:

Wie organisieren Lernende ein komplexes geographisches System im Rahmen der Mystery-Methode?

(2) Das theoretische Aussagensystem

Dem theoretischen Aussagensystem (*theoretical propositions*) wird innerhalb eines Fallstudiendesigns, insbesondere bei der Durchführung einer Explanator-Case-Study, eine hohe Bedeutung beigemessen. Auf der Grundlage relevanter theoretischer Überlegungen und dem aktuellen Forschungsstand wird ein Gerüst an fundierten Vorhersagen festgelegt, welches gegenüber einem Fall bzw. mehreren Fällen geprüft wird. Mithilfe dieses Systems von Vorhersagen kann festgelegt werden, welche Daten für den Analyseprozess relevant sind und welchen Umfang die Forschungstätigkeit einnimmt. Jede Vorhersage bzw. theoretische Annahme wird in Form einer Hypothese verfasst, aus welcher sich Teilforschungsfragen ergeben, deren Beantwortung wiederum ein strukturiertes Vorgehen ermöglicht. Wie eingangs erläutert, ist die Prüfung der Hypothesen nicht mit einer quantitativen Studie und deren hohen Anzahl an Proband*innen zu vergleichen. Innerhalb einer Fallstudie liefern sie lediglich einen Zugang zum wissenschaftlichen Phänomen, strukturieren den Arbeitsprozess und lassen Rückschlüsse auf Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge innerhalb eines Falles bzw. zwischen mehreren Fällen zu (YIN 2018). Bei der theoretischen Aufarbeitung des Forschungsfeldes konnten vier Bereiche offenbart werden, in denen sich Überschneidungen zwischen der geographischen Systemorganisationskompetenz und den Design-Prinzipien der Mystery-Methode zeigen (vgl. Kap. 2.3). Diese vier Inhaltsbereiche enthalten die theoretischen Aussagen und die sich daraus ergebenden Teilforschungsfragen.

(3) Die Fälle und die Untersuchungselemente

Nach der Entwicklung eines theoretischen Aussagensystems muss ein geeigneter Fall (*Single-Case-Study*) bzw. müssen geeignete Fälle (*Multiple-Case-Studies*) gefunden werden, die im weiteren Verlauf zum Kern des Forschungsprojektes werden. YIN (2018, S. 32) unterteilt in konkrete Fälle, z. B. Individuen, Gruppen, Organisationen, Projekte, sowie weniger konkrete Fälle, z. B. Gemeinschaften, Beziehungen, Entscheidungen und Partnerschaften. Zur besseren Analyse der Fälle werden sie oftmals in Untereinheiten aufgegliedert, die auch Untersuchungselemente (*units of analysis*) genannt werden. Untersuchungselemente grenzen den Fall genauer ab und können ein gezielteres Vorgehen im Forschungsprozess induzieren. Jene Fallstudien mit Untersuchungselementen werden auch *embedded case designs* genannt. Wird ein Fall ganzheitlich betrachtet, so liegt ein *holistic case design* vor.

In der vorliegenden Studie wird eine *embedded Multiple-Case-Study* durchgeführt. Die verschiedenen Kleingruppen, welche die Unterrichtseinheit durchlaufen, bilden dabei die verschiedenen Fälle. Als Untersuchungselemente gelten die vier Bereiche des theoretischen Aussagensystems.

(4) Die Verknüpfung der Daten und die Interpretation der Ergebnisse

Im Anschluss an die Datenerhebung findet im Zuge der Datenauswertung die Verknüpfung der Daten mit dem theoretischen Aussagensystem sowie die Interpretation der Ergebnisse statt. Beide Analyseschritte lassen sich schwer voneinander trennen, weil jede Verknüpfung zugleich eine interpretative Handlung erfordert. YIN (2018) geht davon aus, dass es keine allgemeingültige Vorgehensweise für diese Analyseschritte gibt. Vielmehr liegt es am Forschenden selbst, eine geeignete Strategie aus der Vielzahl an Möglichkeiten zu finden, die zur Studie passt. Bezugnehmend auf MILES, HUBERMAN (1994) schlägt er vor, zunächst einmal mit den Daten zu spielen: „[...] play with your data, [...] search for patterns, insights or concepts that seem promising“ (YIN 2018, S. 167), indem beispielweise kontrastierende Kategorien induktiv erschlossen werden, das Datenmaterial in anderen Repräsentationsformen visualisiert wird oder erste, meist offensichtliche Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Daten hergestellt werden. YIN (2018, 168 ff.) unterteilt die sich anschließenden Strategien in *a) Relying on theoretical propositions*, *b) Examining plausible rival explanations*, *c) Developing a case description* und *d) Working your data from the „ground up“*. Strategie a) bezieht sich auf das bereits dargestellte System theoretisch begründeter Aussagen (Propositionen). Aufgrund des hypothetischen Charakters leiten jene Propositionen die Datenauswertung, indem sie Entscheidungen zwischen wichtigen und weniger wichtigen Daten treffen und letztendlich gegenüber den einzelnen Fällen überprüft werden. Strategie b) verfolgt das Ziel, alternative Hypothesen zu formulieren, welche als Konkurrenz zu den bereits formulierten Vorhersagen stehen, um mögliche, nicht berücksichtigte Erklärungen zu offenbaren. Diese können aus Erfahrungen des Forschenden oder aus widersprüchlichen Erkenntnissen des Forschungsstandes abgeleitet werden. Strategie c) geht zunächst von einer detaillierten Fallbeschreibung aus, an deren Themenfeldern sich eine anschließende Datenauswertung ergibt. Diese Strategie wird vor allem genutzt, wenn das Aufstellen von theoretischen Vorhersagen nur schwer möglich ist. Strategie d) bietet eine sehr offene Herangehensweise an das Material. In Anlehnung an die Grounded Theory (GLASER, STRAUSS 1967) wird das Material induktiv erschlossen.

Neben den vier übergeordneten Strategien erklärt YIN (2018, 175 ff.) fünf spezifische Analysetechniken, die in allen Strategien Anwendung finden können: Pattern-Matching, Explanation-Building, Time-Series-Analysis, Logical-Models und Cross-Case-Synthesis. Das *Pattern-Matching* stellt in der Regel den vielversprechendsten Ansatz dar. Als Grundlage dienen theoretisch hergeleitete Muster, die in der Folge mit den realen Mustern abgeglichen werden. Die in der Datenauswer-

tung erkannten Muster können einerseits die theoretischen Überlegungen untermauern, andererseits aber auch neue Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge offenlegen, aus denen neue Hypothesen generiert werden können. Als besondere Form des Pattern-Matching gilt das *Explanation-Building*. Diese als iterativer Prozess angelegte Technik prüft zunächst ein vorab erstelltes Erklärungskonzept gegen den realen Fall. Bei Offenlegung alternativer Perspektiven wird das Konzept überarbeitet und wiederum getestet, sodass sich ein neues Erklärungskonzept ergibt, das einerseits theoretische Bezüge und andererseits praktische Erkenntnisse vereint. Die dritte Technik (*Time-Series-Analysis*) analysiert den zeitlichen Ablauf von Ereignissen. Hierbei geht es jedoch nicht nur um eine Beschreibung des zeitlichen Verlaufs, sondern auch darum, wie und warum bestimmte Ereignisse stattfinden. *Logical Models* bilden ebenfalls eine besondere Form des Pattern-Matching. Sie untersuchen und operationalisieren eine komplexe Verkettung auftretender Ereignisse über einen längeren Zeitraum. Somit ergeben sich wiederholende Ursache-Wirkungs-Ursache-Wirkungs-Muster, die es zu analysieren gilt. *Cross-Case-Synthesis* beschreibt das Vergleichen mehrerer Fälle miteinander und wird angewandt, um gemeinsame und differente Erkenntnisse zwischen den Fällen zu gewinnen. In der Regel basiert diese Technik auf argumentativ-interpretativen Analysemethoden. YIN (2018) weist darauf hin, dass innerhalb der Durchführung eines Fallstudien-Designs zunächst eine (selten: mehrere) Strategie(n) ausgewählt wird und auf dessen Basis spezifische Analysetechniken durchgeführt werden.

Im vorliegenden Forschungsprojekt wird sich an der Strategie *Relying on Theoretical Propositions* orientiert, da die theoretischen Grundlagen bereits vorhanden sind und ein detailliertes System theoretischer Aussagen erstellt bzw. abgeleitet werden konnte. Als Analysetechniken werden sowohl das *Pattern-Matching*, *Time-Series-Analysis* und *Cross-Case-Synthesis* verwendet. Das Pattern-Matching erschließt sich aus der Theorie, da verschiedene kausale Beziehungen zwischen der Systemorganisationskompetenz und den Design-Prinzipien der Mystery-Methode zuvor erarbeitet wurden und anschließend gegenüber den Fällen geprüft werden können. Darüber hinaus lässt die Triangulation verschiedenen Datenmaterials Aussagen über die tatsächlichen Muster zu. Time-Series-Analysis kann innerhalb der Videoanalyse angewandt werden, da der Lernprozess der Kleingruppen inklusive ihrer systemorganisierenden Handlungen im Fokus des Erkenntnisinteresses stehen. Mit dieser Technik kann das Material schrittweise analysiert werden, indem die Betrachtungsebene von makroskopisch (z. B. Ablauf einzelner Arbeitsphasen) bis mikroskopisch (z. B. Diskussionen über Zusammenhänge zwischen zwei Karten) verkleinert wird. Mit der letzten Analysetechnik (*Cross-Case-Synthesis*) werden die ausgewählten Fälle miteinander verglichen, um allgemeine, fallübergreifende Erkenntnisse zu generieren, die wiederum als Grundlage zur Ableitung geographiedidaktischer Perspektiven für einen systemorganisierenden Unterricht genutzt werden können.

Aus den methodologischen Überlegungen des Fallstudiendesigns ergab sich für den Forschungsprozess ein dreischrittiges Vorgehen (Abb. 15). Innerhalb der Vorbereitungsphase wurde auf der Basis einer übergeordneten Forschungsfrage das theoretische Aussagensystem entwickelt sowie die zu bildenden Fälle und Untersuchungselemente festgelegt. Außerdem wurde die in Kap. 3 vorgestellte Unterrichtseinheit entwickelt. In der Phase der Datenerhebung wurden zunächst die Unterrichtseinheit und die Untersuchungsinstrumente in vier Schüler*innengruppen erprobt, evaluiert und überarbeitet, bevor sie in der Hauptstudie angewandt wurden. In der Hauptstudie haben 36 Schüler*innen der 9. Jahrgangsstufe eines Gymnasiums in Halle/Saale teilgenommen. Basierend auf dem Systemkompetenzniveau der Lernenden, welches anhand des Kompetenztests (Kap. 4.2.1) festgestellt wurde, wurden insgesamt zwölf leistungshomogene und -heterogene Dreiergruppen gebildet. Aufgrund technischer Probleme bei der Videoaufnahme wurden bereits zwei Gruppen nach der Datenerhebung ausgeschlossen, was jedoch für das weitere Vorgehen keine Schwierigkeit darstellte, da die restlichen zehn Kleingruppen alle Kompetenzniveaus abdeckten und eine geeignete Fallauswahl ermöglichten. In der Datenauswertung wurde das gewonnene Datenmaterial analysiert und im Sinne des *mutiple sources of evidence* (Kap. 4.1.1) aufeinander bezogen, um Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen den einzelnen Fällen (Cross-Case-Synthesis, Kap. 5.2) sowie innerhalb der einzelnen Fälle (Within-Case-Analysis, Kap. 5.3.1 bis 5.3.4) zu eruieren. Darüber hinaus wurden die gewonnenen Erkenntnisse mit dem a priori erstellten, theoretischen Aussagensystem verknüpft und zukünftige Perspektiven für einen systemorganisierenden Geographieunterricht abgeleitet (Kap. 6). Die Methoden der Datenerhebung und -auswertung sowie deren Anwendung im Forschungsprojekt werden in den folgenden Kapiteln ausführlicher beschrieben.

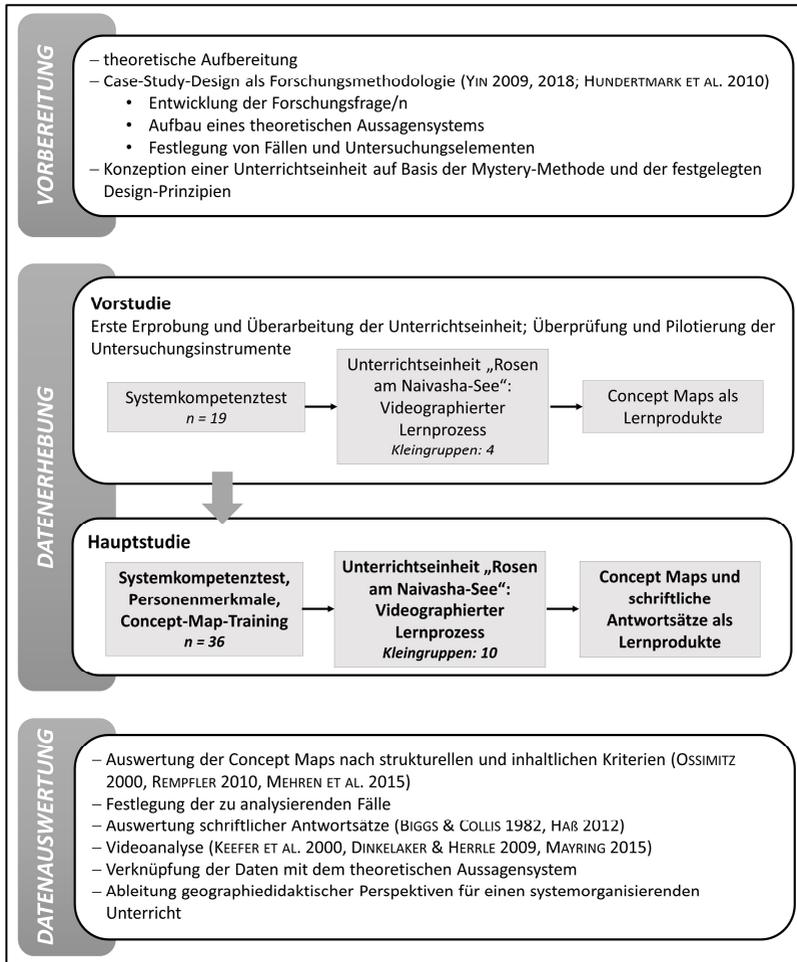


Abb. 15 | Übersicht über den Ablauf des Forschungsprozesses (eigene Darstellung)

4.2 Methoden der Datenerhebung und Datenauswertung

Um ein komplexes Phänomen im Rahmen einer Fallstudie möglichst detailliert und genau zu untersuchen, gibt YIN (2018) die Prämisse des *multiple sources of evidence* vor. Die Erforschung eines Falles bzw. mehrerer Fälle sollte sich auf vielfältige Daten stützen, die in der Datenauswertung im Sinne einer Triangulation in

Beziehung gesetzt werden können und Erklärungskonzepte liefern. Für die vorliegende Studie konnten insgesamt vier Untersuchungsmethoden konkludiert werden: die Erfassung der geographischen Systemkompetenz mithilfe eines Kompetenztests (vgl. Kap. 4.2.1), die Analyse der strukturellen und inhaltlichen Qualität der Concept Maps (vgl. Kap. 4.2.2), die Untersuchung des Systemverständnisses anhand ausformulierter Antwortsätze (vgl. Kap. 4.2.3) sowie die Erforschung der systemorganisierenden Handlungen mithilfe einer Videoanalyse (vgl. Kap. 4.2.4). In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Untersuchungsmethoden vorgestellt, deren Ziele innerhalb des Forschungsvorhabens erläutert sowie deren Erhebungs- und Auswertungsmethodik beschrieben.

4.2.1 Kompetenztest zur Erfassung geographischer Systemkompetenz

In Kap. 2.3.2 wurde bereits beschrieben, dass die Zusammensetzung einer Schüler*innengruppe eine entscheidende Rolle für die Lernleistung und den Lernerfolg spielt. Homogene Gruppen mit hohem, mittlerem oder niedrigem Fähigkeitsniveau sowie heterogene Gruppen kollaborieren in unterschiedlicher Art und Weise und zeigen differente Strategien bei der Lösung von Problemlöseaufgaben (DILLENBOURG ET AL. 1996; LOU ET AL. 1996; WILKINSON, FUNG 2002; BASQUE, LAVOIE 2006). Um das Phänomen des kollaborativen Systemorganisationsprozesses aus verschiedenen Perspektiven zu untersuchen, gilt es, verschiedene Gruppenzusammensetzungen zu bilden, um eine größtmögliche Variation an Kollaborationen zu initiieren. Als theoretische Grundlage für die vorliegende Arbeit wird das Kompetenzstruktur- und -stufenmodell zur geographischen Systemkompetenz nach MEHREN ET AL. (2016) genutzt (vgl. Kap. 2.1.3). Im Zuge der Validierung des Modells wurden 17 Testaufgaben zur Messung der geographischen Systemkompetenz mithilfe eines iterativen Verfahrens entwickelt und in qualitativen sowie quantitativen Pilotstudien erprobt. Die Testaufgaben, welche sieben geographischen Themenbereichen zugeordnet werden können, wurden schließlich in einer Hauptstudie (N=1926) von Schüler*innen unterschiedlicher Schulformen im Raum Nürnberg bearbeitet. Die Themenbereiche ergaben sich aus einer Lehrplan- und Schulbuchanalyse für alle Schulformen der 9. Jahrgangsstufe in Bayern. Bei der Auswahl der Themen war außerdem die Möglichkeit einer systemischen Betrachtungsweise auf den Fachinhalt entscheidend. Nach der Validierung des Kompetenzmodells ergab sich ein definitiver Aufgabenpool von insgesamt 147 Items, die den 17 Testaufgaben zugeordnet werden können (Tab. 7). Es wurde darauf geachtet, dass im Sinne des Systemkonzepts (DGFG 2017) sowohl physio- als auch humangeographische Systeme sowie Mensch-Umwelt-Systeme Anwendung finden. Jede Testaufgabe umfasst sieben bis zehn zu lösende Items. Diese wurden in der Konzeptionsphase einerseits den drei Dimensionen „Systemorganisation“, „Systemverhalten“ oder „Systemadäquate Handlungsintention“ und andererseits den drei Niveaustufen des theoretischen Kompetenzmodells zugeordnet (MEHREN, R. et al. 2015b). Für eine

ausführliche Beschreibung der Phasen der Aufgabenentwicklung und der Validierung des Kompetenzmodells wird an dieser Stelle auf MEHREN ET AL. (2016) verwiesen.

Tab. 7 | Übersicht über die 17 Testaufgaben, hervorgehoben: veröffentlichte Testaufgaben (verändert nach MEHREN, R. et al. 2015b)

Themenbereich	Titel, Testaufgabe	Anzahl Items	Fachliche Perspektive
Plattentektonik, Erdbeben, Vulkanismus	Vesuv	10	Mensch-Umwelt-System
	Erdbeben in Japan	8	Mensch-Umwelt-System
	Oberreingraben	8	Physiogeographisches System
Tropen	Tropischer Regenwald	9	Mensch-Umwelt-System
	Passatkreislauf	9	Physiogeographisches System
Globaler Süden, Entwicklungszusammenarbeit	Wasserkreislauf und Bodenversalzung	8	Physiogeographisches System
	Bevölkerungswachstum in Afrika	8	Humangeographisches System
Städtische Siedlungsräume, Verdädterung	Strukturwandel in München	7	Humangeographisches System
	Die US-amerikanische Stadt	9	Humangeographisches System
	Regen in der Stadt	9	Mensch-Umwelt-System
Bevölkerung und Migration	Migration	9	Humangeographisches System
Klima und Energie	Klimaerwärmung	8	Physiogeographisches System
	Stauseen in den Alpen	9	Mensch-Umwelt-System
	Land-/Seewind	8	Physiogeographisches System
Globalisierung	Bananenhandel	10	Humangeographisches System
	Globalisierung des Reisens	9	Humangeographisches System
	Globaler Textilhandel	9	Humangeographisches System
TOTAL	17 Testaufgaben	147 Items	

Jede der 17 Testaufgaben besteht aus sieben bis zehn Items und einem Informationsblatt, wobei die Items nicht aufeinander aufbauen, sondern unabhängig voneinander gelöst werden können. Die Items wurden in Anlehnung an PISA-Testaufgaben erstellt. In einem Verhältnis von 3:2:1 wurden die Antwortformate *multiple choice*, *short answer* und *extended response* gewählt, die in der Regel mit einem kurzen Einführungstext, einer Fragestellung und einem Arbeitsauftrag eingeleitet werden. Innerhalb des Antwortformats *extended response* wurden Concept Maps als besonderer Aufgabentyp eingebracht. Wie in Kap. 2.1.4 beschrieben, gelten Concept Maps als geeignetes Diagnoseinstrument zur Messung des systemischen Denkens, weil sie die funktionalen Zusammenhänge eines Fachinhalts als kognitive Vernetzungen von Personen visualisieren. In den Testaufgaben wurden Concept Maps in allen drei Kompetenzdimensionen integriert. Einerseits sollen Concept Maps entwickelt bzw. teilweise vorgefertigte Concept Maps ergänzt werden (Systemorganisation und Systemverhalten), andererseits wird eine Concept Map vorgegeben, auf dessen Grundlage Prognosen und regulative Maßnahmen abgeleitet werden (Systemadäquate Handlungsintention). Neben den Items bekommen die Proband*innen ein Informationsblatt, das als inhaltliche Grundlage zur Lösung der Items verstanden werden kann. Auf ihm werden die Vorwissensbestände dargeboten, welche die Schüler*innen benötigen, um die Items zu lösen. Mithilfe dieses Informationsblattes wird versucht, die fachlichen Vorwissensunterschiede, die einen großen Einfluss auf die Systemkompetenz haben, zu minimieren. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die Schüler*innen die Inhalte vom Informationsblatt gelesen und verstanden haben, bevor sie die Items lösen. Während der Bearbeitung kann das Informationsblatt immer wieder genutzt werden, um die dargebotenen Fachinhalte mit den systemkompetenzorientierten Items zu lösen (MEHREN ET AL. 2016).

Aus der Tab. 7 geht hervor, dass drei der 17 Testaufgaben öffentlich zugänglich sind: *Tropischer Regenwald*, *Bevölkerungswachstum in Afrika* und *Land-/Seewind* (MEHREN, R. et al. 2015b). In jeder veröffentlichten Testaufgabe finden sich die Items mit Erwartungshorizont, die Kompetenzdimensionierung, die angenommene Kompetenzstufung, die finale Kompetenzstufung nach der Analyse, die Kodierregeln, die empirische Itemschwierigkeit und ein zusätzlicher Kommentar zur Konstruktion und Auswertung der Items. Um eines dieser Testinstrumente für die vorliegende Studie auszuwählen, müssen verschiedene Kriterien herangezogen werden. Generell ist festzuhalten, dass sich der Fachinhalt des Testinstruments vom Fachinhalt des Unterrichtskonzepts unterscheiden muss. Im Unterrichtskonzept sollen die Schüler*innen mit dem „Rosenanbau am Naivasha-See“ (vgl. Kap. 3) ein für sie unbekanntes geographisches System erschließen, indem sie die Inhalte möglichst komplex miteinander verknüpfen und in einer Concept Map darstellen. Wenn sie bereits die systemischen Zusammenhänge des Unterrichtskonzepts durch einen vorgelagerten Kompetenztest erfassen, so hat das Vorwissen

einen zu großen Einfluss auf die Systemorganisationskompetenz. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass alle drei Tests geeignet sind, um die geographische Systemkompetenz zu messen. In einem aufwendigen Arbeitsprozess wurden die Testitems iterativ entwickelt und als Diagnoseinstrument für die geographische Systemkompetenz validiert (MEHREN, R. et al. 2015b). Neben diesen beiden Aspekten, die für alle Testaufgaben zutreffen, gilt es, weitere Kriterien heranzuziehen. Nachstehend werden die Kriterien genannt und deren Sinnhaftigkeit für die vorliegende Studie begründet:

- *Fachliche Perspektive:* Den fachlichen Inhalt des Unterrichtskonzepts „Rosen am Naivasha-See“ bildet ein Mensch-Umwelt-System, bei dem sowohl physio- als auch humangeographische Aspekte verknüpft werden (DGFG 2017). Somit sollte auch das Testinstrument ein Mensch-Umwelt-System betrachten.
- *Anzahl an Items zur Systemorganisation/Systemverhalten:* Bei der Testkonstruktion wurden die einzelnen Items den drei Kompetenzdimensionen zugeordnet. Bei der Validierung des Kompetenzmodells hat sich jedoch herausgestellt, dass die ersten beiden Dimensionen (Systemorganisation und Systemverhalten) empirisch nicht trennbar sind und folglich als eine gemeinsame Dimension aufgefasst werden können (MEHREN, R. et al. 2015b). In der vorliegenden Studie wird der Systemorganisationsprozess analysiert, sodass die Anzahl der Items, die der Dimension Systemorganisation und Systemverhalten zugeordnet wurden, möglichst hoch sein sollte.
- *Verteilung der Niveaustufen:* In Anlehnung an das zweite Kriterium sollten die Items den drei Niveaustufen gleichmäßig zugeordnet sein (MEHREN, R. et al. 2015b). Da der Kompetenztest in erster Linie dazu verwendet wird, um Schüler*innen einem Systemkompetenzniveau zuzuordnen und daraufhin homogene und heterogene Gruppen zu bilden, sollten möglichst viele Items der Niveaustufen I, II und III vorkommen, um ein differenziertes Bild über die verfügbaren Fähigkeiten der Schüler*innen zu bekommen. Zu beachten ist, dass mit einem Item mehrere Niveaustufen erreicht werden können, z. B. beim Antwortformat Concept Map: Je höher der Strukturindex, umso höher ist auch die Niveaustufe. Die Grenzen zwischen den Niveaustufen sind für die Testauswertung eindeutig festgelegt.
- *Schwierigkeitsgrad:* Im Zuge der Validierung des Kompetenzmodells wurden die empirischen Itemschwierigkeiten berechnet (MEHREN, R. et al. 2015b). In Bezug auf die Dimension Systemorganisation und Systemverhalten sollte ein mittlerer Schwierigkeitsgrad angebahnt werden, um die heterogenen Fähigkeiten der Schüler*innen differenziert abzubilden. Wäre der Test zu leicht, so würden sich Deckeneffekte einstellen. Wäre der Test zu schwer, so würden Bodeneffekte auftreten (BORTZ, DÖRING 2015, S. 182).

Im Folgenden werden die drei verfügbaren Testaufgaben hinsichtlich der genannten Kriterien analysiert, sodass eine finale Entscheidung für die vorliegende Studie getroffen werden kann (vgl. Tab. 8):

Die Testaufgabe *Tropischer Regenwald* umfasst insgesamt neun Items und bildet ein Mensch-Umwelt-System ab. Von diesen neun Items beziehen sich acht auf die Kompetenzdimension Systemorganisation/Systemverhalten. Die Niveaustufe I kann dreimal, die Niveaustufe II fünfmal und die Niveaustufe III viermal erreicht werden. Die Items werden im Vergleich zu den anderen beiden Testaufgaben als mittelschwer eingeschätzt (MEHREN, R. et al. 2015b, Online-Ergänzung I). Die Testaufgabe *Bevölkerungswachstum in Afrika* beinhaltet 8 Items und bezieht sich auf ein humangeographisches System. Sieben der acht Items können der Dimension Systemorganisation/Systemverhalten zugeordnet werden. Die Verteilung auf die drei Niveaustufen beträgt fünf (Stufe I), sieben (Stufe II) und drei (Stufe III). Im Vergleich zu den anderen Testaufgaben hat diese Testaufgabe den geringsten Schwierigkeitsgrad (MEHREN, R. et al. 2015b). Die Testaufgabe *Land-/Seewind* enthält neun Items und stellt ein physiogeographisches System dar. Von den neun Items beziehen sich sieben auf Systemorganisation/Systemverhalten. Die Niveaustufenverteilung beläuft sich auf vier (Stufe I), sechs (Stufe II) und eins (Stufe III). Im Gegensatz zu den anderen Testaufgaben besitzt sie einen höheren Schwierigkeitsgrad (MEHREN, R. et al. 2015b, Online-Ergänzung II).

Tab. 8 | Vergleich der Testaufgaben nach verschiedenen Kriterien (Sternchen symbolisiert die beste Eignung pro Kategorie)

	Testaufgabe Tropischer Regenwald	Testaufgabe Bevölkerungswachstum in Afrika	Testaufgabe Land-/Seewind
Fachliche Perspektive	Mensch-Umwelt-System*	Humangeographisches System	Physiogeographisches System
Anteil an Systemorganisation/Systemverhalten	8 von 9*	7 von 8	7 von 9
Verteilung der Niveaustufen (I – II – III)	3 – 5 – 4	5 – 7 – 3*	4 – 6 – 1
Schwierigkeitsgrad (im Vergleich mit anderen Testaufgaben)	mittelschwer*	leicht	schwer

Aus dem Vergleich geht eindeutig hervor, dass die Testaufgabe *Tropischer Regenwald* für die vorliegende Studie am besten geeignet ist. Als einzige Testaufgabe

beschreibt sie ein Mensch-Umwelt-System. Außerdem ist die Anzahl der Items zur Dimension Systemorganisation/Systemverhalten mit acht am höchsten, um das Leistungsniveau möglichst differenziert darzustellen. Auch wenn die anderen Testaufgaben bei einzelnen Niveaustufen ein differenzierteres Bild über die Fähigkeiten abgeben könnten, weil sie eine höhere Anzahl an Items bereitstellen, z. B. siebenmalige Niveaustufe II bei der Testaufgabe *Bevölkerungswachstum in Afrika*, ist die Verteilung der Niveaustufen bei der Testaufgabe *Tropischer Regenwald* sehr gleichmäßig. Der mittlere Schwierigkeitsgrad ist ein weiteres Kriterium für die Verwendung dieser Testaufgabe.

4.2.1.1 Datenerhebung mit der Testaufgabe „Tropischer Regenwald“

Die Testaufgabe *Tropischer Regenwald* (vgl. Anhang) umfasst zwei inhaltliche Aspekte: (1) den Vergleich des Nährstoffkreislaufes im tropischen Regenwald mit dem Nährstoffkreislauf im Wald der gemäßigten Zone und (2) Brandrodung im tropischen Regenwald. Dazu steht den Proband*innen ein Informationsblatt mit den wichtigsten Sachinformationen zur Verfügung. Die Antwortformate der Items zur Systemorganisation/Systemverhalten bestehen aus vier multiple-choice-Aufgaben, drei short-answer-Aufgaben und einer extended-response-Aufgabe – letztere in Form einer zu erstellenden Concept Map (Abb. 16). Das einzige Item zur Dimension systemadäquate Handlungsintention wird vom Test ausgeschlossen, da es einen anderen Kompetenzbereich anspricht und somit nicht die Zielperspektive erfüllt. MEHREN ET AL. (2016) sagen aus, dass die Items nicht aufeinander aufbauen und unabhängig voneinander gelöst werden können, deshalb ist es auch möglich, ein Item aus dem Test zu entfernen.

Item 5
 Ursprünglich lebende Völker im tropischen Regenwald nutzen die Brandrodung, um auf kleinen Flächen Nahrung anzubauen. Welche Folgen bringt das mit sich?

Geh von den vorgegebenen Begriffen aus und überlege dir, welche wie zusammenhängen. Verbinde sie entsprechend mit Pfeilen und vergiss nicht, jeden Pfeil zu beschriften (siehe Beispiel). Achte darauf, die Pfeilrichtung eindeutig anzugeben. Beachte als Hilfe Abb. 2 und den Begleittext im Aufgabenstamm.

```

  graph TD
    Brandrodung[Brandrodung] -- produziert --> Asche[Asche]
    Regen[Regen]
    Humusschicht[Humusschicht]
    LandwirtschaftlicherErtrag[Landwirtschaftlicher Ertrag]
    Bodenfruchtbarkeit[Bodenfruchtbarkeit]
    Ruhephase[Ruhephase]
    TropischerRegenwald[Tropischer Regenwald]
  
```

Abb. 16 | Beispiel-Item für das Antwortformat extended response aus dem Testheft Tropischer Regenwald (MEHREN, R. et al. 2015b, Online-Ergänzung II)

Um den Proband*innen die gleichen Lernvoraussetzungen für Item 5 (Anfertigung einer Concept Map) zu ermöglichen, wird vor dem Test die Methode des Concept Mappings erläutert. Wie auch im Rahmen des Projekts *GeoSysKo* (vgl. Kap. 2.1.3)

wird von den Proband*innen zunächst ein Concept-Map-Training absolviert (vgl. Kap. 4.2.2). Nach der Einführung bekommen die Proband*innen ein Testheft mit den Items sowie ein Informationsblatt ausgehändigt. Zusätzlich zum Test werden personenbezogene Daten wie Alter, Geschlecht, Note im Fach Geographie und Note im Fach Deutsch aufgenommen. Die Arbeitszeit beträgt 30 Minuten.

4.2.1.2 Datenauswertung und Bildung von Kleingruppen

Obwohl die Testaufgaben zur Validierung des normativen Kompetenzmodells zur geographischen Systemkompetenz genutzt wurden, können sie auch als Diagnose- bzw. Förderwerkzeug eingesetzt werden (MEHREN, R. et al. 2015b). Wenn die Testaufgaben jedoch als Diagnoseinstrument – wie im vorliegenden Fall – verwendet werden, müssen Adaptionen in der Auswertungsmethodik vorgenommen werden. Im Rahmen der Validierung wurde jedes einzelne Item, welches in der Konzeptionsphase jeweils einer Kompetenzdimension und einer Niveaustufe zugeordnet wurde, überprüft, indem die empirische Itemschwierigkeit berechnet wurde, und teilweise angepasst, wenn die angenommene Kompetenzstufung unpassend war. Die Analyse einzelner Items bezweckte, dass sie zur Messung geographischer Systemkompetenz valide sind. Sie bezweckte aber nicht, dass mehrere Items einer Testaufgabe summiert ausgewertet werden. Im Fall der Testaufgabe Tropischer Regenwald wurden alle acht Items überprüft und mit einer finalen Kompetenzstufung gekennzeichnet. Mithilfe der Kompetenzstufung ist eine Anwendbarkeit des Tests als Diagnoseinstrument möglich. Der Vorteil besteht darin, dass sie mit den Aufgabenschwierigkeiten in schulischen Lernerfolgskontrollen vergleichbar sind. Dies bedeutet, dass je höher das Niveau der Lernenden ist, umso höher ist auch ihre Punktzahl in einem Test. In Rücksprache mit einem der Autoren der Testaufgaben wurde entschieden, dass die Proband*innen die Punktzahl der erreichten Niveaustufe erhalten.

Dieses Vorgehen wurde in der Auswertungsphase für jede/n Proband*in für alle Items von zwei unabhängigen Ratern durchgeführt. Am Ende haben die Proband*innen eine Punktzahl erreicht, welche die Summe aller erreichten Niveaus in den Items darstellt (Tab. 9). Wurde jedes Item mit der höchsten Niveaustufe gelöst, so ergibt sich eine Maximalpunktzahl von 17. Wichtig hierbei ist zu sagen, dass die Interrater-Reliabilität, insbesondere bei Item 5 (Abb. 16), von Bedeutung war, da zur Berechnung des Strukturindex, welcher in diesem Fall als Maß für die Kompetenzstufung gilt, nur die gültigen Propositionen gewertet werden. Für dieses Item konnte ein Cohens Kappa von 0,61 bestimmt werden, was einer guten Übereinstimmung entspricht (WIRTZ, CASPAR 2002). Im Anschluss fand zwischen beiden Ratern eine konsensuelle Validierung statt, indem sie gemeinsam über nicht übereinstimmende Wertungen diskutierten und eine finale Wertung trafen

(BORTZ, DÖRING 1995, S. 328). Für nähere Informationen und zur besseren Nachvollziehbarkeit wird an dieser Stelle auf den Kompetenztest und den Erwartungshorizont im (digitalen) Anhang verwiesen.

Tab. 9 | Berechnung der Gesamtpunktzahlen beispielhafter Proband*innen anhand der erreichten Niveaustufe pro Item

	Erreichte Niveaustufe pro Item		
	Proband SHK09108	Probandin SHK09207	Proband SHK09219
Item 1	1	1	1
Item 2	2	2	0
Item 3	2	2	0
Item 4	2	2	0
Item 5	3	2	0
Item 6	2	0	0
Item 7	3	0	0
Item 8	2	2	2
Gesamtpunktzahl im Kompetenztest	17	11	3
Zuordnung zu Kompetenzniveau	hoch	mittel	niedrig

Darauf aufbauend zeigt Abb. 17 die Verteilung der erreichten Punktzahlen innerhalb der Stichprobe (N=36). Gemeinsam mit dem Fachlehrer der untersuchten 9. Klassen wurden leistungshomogene (z. B. G01, G06, G09) und leistungsheterogene Gruppen (z. B. G08) gebildet, wobei bei der Zusammensetzung Rücksicht auf die sozialen Beziehungen zwischen den Schüler*innen genommen wurde, um eine möglichst positive Lernatmosphäre zu gewährleisten. Insgesamt wurden acht leistungshomogene (auf verschiedenen Kompetenzniveaus) sowie zwei leistungsheterogene Gruppen konstituiert. Ziel dieser differierten Einteilungen ist das Initiieren möglichst unterschiedlicher Komplexitätsniveaus in den Concept Maps sowie verschiedener Lernwege und Handlungsprozesse. Aufgrund der divergenten Erkenntnisse in der Forschungsliteratur bezüglich der Gruppenzusammensetzung (vgl. Kap. 2.3.2) sowie der Absicht, möglichst kontrastreiche Untersuchungsfälle aufzuspüren, wurden neben den leistungshomogenen auch zwei leistungsheterogene Gruppen gebildet.

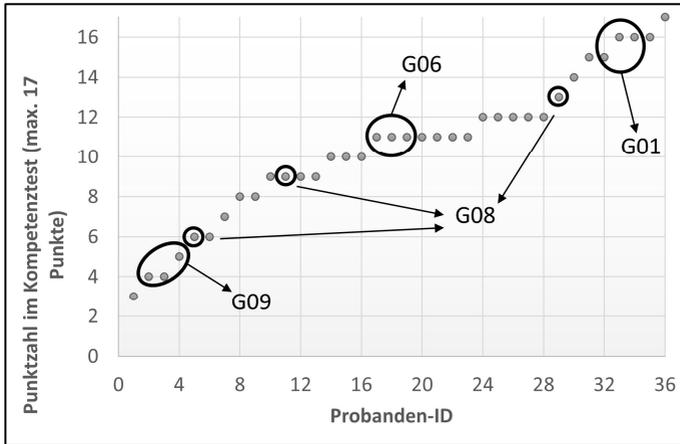


Abb. 17 | Exemplarische Bildung der Gruppen G01, G06, G08 und G09 anhand der Ergebnisse aus dem Kompetenztest

4.2.2 Concept Maps

Concept Maps, auch Begriffsnetze genannt, stellen ein wissensdiagnostisches Werkzeug dar, welches in verschiedenen Fachbereichen eingesetzt wird. Es umfasst „[...] eine Methode, mit der Wissensstrukturen [...] mithilfe eines graphischen Netzwerkes aus Begriffen und Relationen dargestellt werden“ (STRACKE 2004, S. 16). In Kap. 2.1.4 wurden bereits die theoretischen Konzepte des Concept Mappings erläutert: Der Prozess der Modellbildung sowie die Wissensrepräsentation und deren Möglichkeiten zur Darstellung kognitiver Strukturen bilden die Grundlage einer Systemorganisationskompetenz. In der vorliegenden Studie wird das kollaborative Concept Mapping als spezielle Form der Wissensvisualisierung durchgeführt. Für Erläuterungen über den Forschungsstand und den Potenzialen gegenüber individuellem Concept Mapping wird an dieser Stelle auf Kap. 2.2.5 verwiesen.

Obwohl bei der Mystery-Methode nicht zwingend Concept Maps als Lernprodukte entstehen müssen, bieten sie sich als geeignetes Untersuchungsinstrument zur Analyse der systemischen Zusammenhänge an (MEHREN ET AL. 2016; MEHREN ET AL. 2017). Als Konzepte bzw. Knotenpunkte wurden die einzelnen Karten mit Überschriften versehen, die den Inhalt der Karten bündeln und im Zuge des Arbeitsprozesses als Anker zum Auffinden von Kartenzusammenhängen fungieren. Die Überschriften hätten ebenso von den Lernenden formuliert werden können, jedoch wäre die Vergleichbarkeit der Concept Maps bei der Datenauswertung eingeschränkt und das Anspruchsniveau bezüglich des Design-Prinzips „vorstrukturierte

Offenheit“ (vgl. Kap. 2.2.5) sehr hoch. Vor der Untersuchung wurde mit den Lernenden ein spezielles Concept-Map-Training durchgeführt (in Anlehnung an REMPFLER 2010). Dabei wurde den Schüler*innen das Ziel, der Aufbau und die Funktionen von Concept Maps erläutert. Anschließend haben sie eine Concept Map zum Thema „Fußball“ erhalten, die sie mündlich analysieren sollten (vgl. REMPFLER 2010). Zum Abschluss haben sie jene Concept Map um zusätzliche Begriffe und Relationen erweitert und sich gegenseitig vorgestellt. Diese kurze Einführung in die Methode gilt im Rahmen einer Wissensdiagnose – wie im vorliegenden Fall – als realistisch und sinnvoll (GEHL 2013). Während der Datenerhebung wurde die exemplarische Concept Map zum Thema „Fußball“ für jede Gruppe an der Wand visualisiert, um für alle die gleichen Lernvoraussetzungen zu schaffen. Neben der Erstellung einer Concept Map innerhalb der Mystery-Methode mussten die Lernenden auch in der Lage sein, eine Concept Map im Kompetenztest (vgl. Kap. 4.2.1) anhand vorgegebener Begriffe zu ergänzen. Somit besaß das Concept-Map-Training eine Doppelfunktion. Neben der Diagnose mittels Concept Mapping entwickelten BENNINGHAUS ET AL. (2019) ein Verfahren, welches die Komplexität der Ursache-Wirkungsbeziehungen innerhalb einer „Mystery-Map“ misst. Dazu werden die Verbindungen zwischen jedem Kartenpaar des Mysterys von Expert*innen eingeschätzt und auf der Basis dessen eine Referenz-Map errichtet. Als Mystery-Map wird eine netzwerkartige Struktur am Ende der Arbeit mit Mystery-Karten bezeichnet, die aus Pfeilverbindungen zwischen den Karten besteht. Im Unterschied zu einer Concept Map haben diese jedoch keine Pfeilbeschriftungen. In der vorliegenden Studie können Gemeinsamkeiten zum Verfahren nach BENNINGHAUS ET AL. (2019) gefunden werden, da eine Referenz-Map durch Expert*innen gebildet wird.

Bildung einer Experten-Map als Referenzstruktur

Die Analyse der Hauptstudie umfasst insgesamt zehn Concept Maps, die von den Kleingruppen während der Arbeit mit der Mystery-Methode entwickelt wurden. Um diese als Mess- bzw. Diagnoseinstrument zu nutzen, werden nach RUIZ-PRIMO, SHAVELSON (1996) drei Varianten vorgeschlagen:

- (1) Die Komponenten der Concept Map werden bewertet.
- (2) Die Concept Map wird mit einer Referenz-Map verglichen.
- (3) Die Auswertung erfolgt als Kombination aus (1) und (2).

In der vorliegenden Studie wird eine Kombination aus (1) und (2) genutzt. Zunächst wird eine Expert*innen-Map (= Referenz-Map) entwickelt, die als Vergleichshorizont für die Bewertung der Relationen in den Schüler*innen-Maps (= Gruppen-Maps) dient. Anschließend werden die Gruppen-Maps nach strukturellen und inhaltlichen Komponenten bewertet.

Beim Gebrauch einer Referenz-Map wird davon ausgegangen, dass es eine ideale Struktur gibt, welche das themenspezifische Wissen darstellt. Mögliche Expert*innen zur Erstellung des Referenznetzes können Lehrer*innen, Dozent*innen oder andere Fachleute für das Themengebiet sein. Denkbar ist auch, mehrere Expert*innen-Maps miteinander zu vergleichen und aus deren Durchschnitt eine zentrale Referenz-Map zu konstruieren (RUIZ-PRIMO, SHAVELSON 1996). Die Referenz-Map ist als eine mögliche Lösungsvariante anzusehen, die für eine objektive Bewertung der Gruppen-Maps unabdingbar ist. Jedoch darf sie für die Bewertung nicht starr verwendet werden. Für die Bewertung ist „[...] letztlich immer die Plausibilität einer Nennung im entsprechenden Kontext“ ausschlaggebend (MEHREN, R. et al. 2015b). Die auftretenden Bewertungsdifferenzen können in der Folge über ein Interrating objektiviert werden (MEHREN, R. et al. 2015b).

Für die vorliegende Studie wurde ein Referenznetz auf der Basis von sechs Expert*innen-Maps konstruiert. Die Fachleute bestanden aus fünf Dozentinnen und Dozenten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg im Fachbereich Didaktik der Geographie und einer Gymnasiallehrerin im Fach Geographie. Für die Erstellung der Expert*innen-Maps bekamen die Teilnehmer*innen die gleichen Materialien und Arbeitsaufträge wie die Kleingruppen der Untersuchung. Das Hauptziel bestand darin, die Mystery-Karten in einer Concept Map darzustellen und die wichtigsten Karten und Relationen zu kennzeichnen. Die Teilnehmer*innen haben die Concept Maps ohne Pause und ohne weitere Hilfsmittel erstellt. Die Phase der Erstellung wurde nicht videographiert, da ausschließlich das Endprodukt für eine Analyse entscheidend war.

Im Anschluss wurden die Expert*innen-Maps mit der Software CMapTools digitalisiert (Abb. 18). Diese Maßnahme erleichterte die weiteren Arbeitsschritte durch eine bessere Übersichtlichkeit, Handhabbarkeit und leichtere Vervielfältigungsmöglichkeit.

In einem ersten Auswertungsschritt wurden alle Relationen, die von den Expert*innen zwischen zwei Karten gefunden wurden, in einer Übersichtstabelle zusammengefasst. Mithilfe dieser Tabelle konnten quantitative Aussagen über die Auftretenshäufigkeiten von Relationen getroffen werden. Die Qualität der Beschriftungen wurde in diesem Schritt nicht beachtet, da davon ausgegangen wird, dass die Expert*innen inhaltlich korrekte Concept Maps erstellen. Grundannahme dieser Analyse ist: Je häufiger eine Relation von den Expert*innen erkannt wurde, desto wichtiger ist auch diese Relation innerhalb der Concept Map zur Darstellung des komplexen Fachinhalts. Demnach kann eine Relation zwischen zwei Karten maximal sechsmal vorkommen, falls alle Expert*innen diese Relation erkannt haben. Wenn eine Relation zwischen zwei Karten von keinem der Fachleute erkannt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass zwischen diesen Karten keine Relation möglich ist bzw. dass sie als unwichtig angesehen wird.

In Abb. 19 findet sich eine zusammengesetzte Darstellung der 20 wichtigsten Relationen aller Expert*innen-Maps, die exemplarisch als zentrale Referenz-Map fungiert.

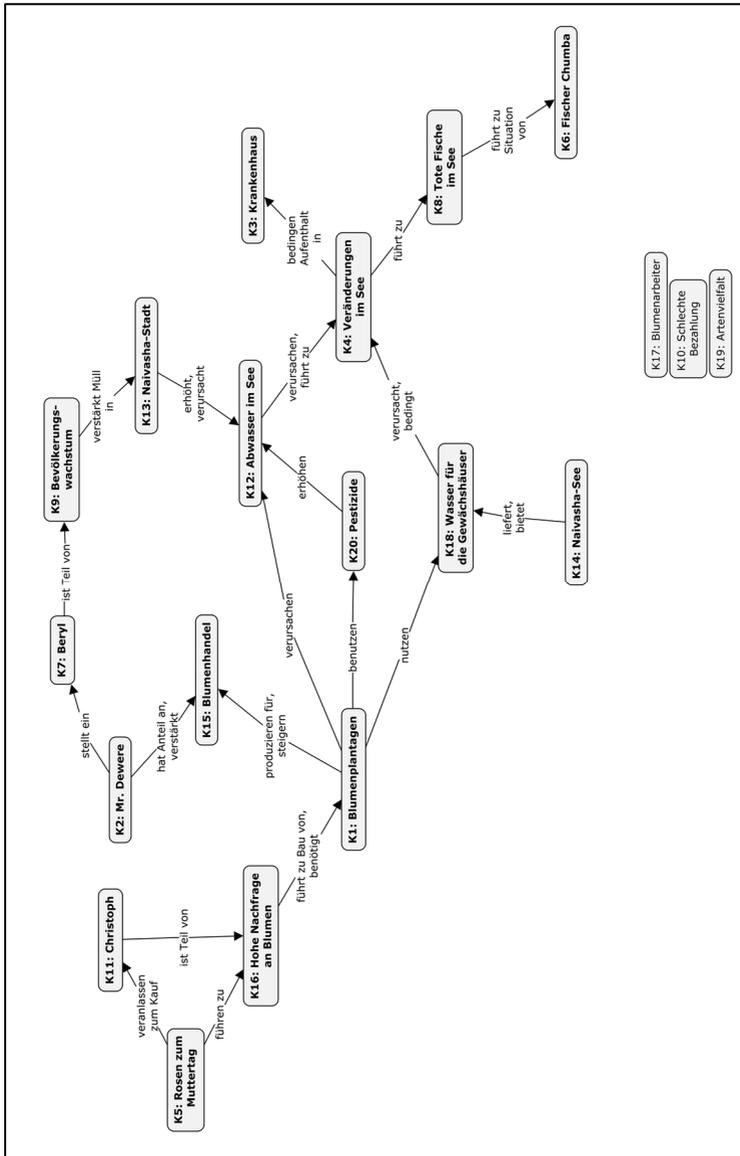


Abb. 19 | Finale Referenz-Map, gebildet aus den 20 häufigsten Relationen der Expert*innen (K17, K10 und K19 sind nicht Teil der häufigsten Relationen)

Strukturelle Analyse der Gruppen-Maps

Die von den Kleingruppen angefertigten Concept Maps wurden zunächst mit CMapTools für eine bessere Handhabbarkeit und Übersichtlichkeit digitalisiert (vgl. Anhang). Für die Analyse der in den Concept Maps dargestellten Propositionen wurde die Referenz-Map als Vergleichsmaßstab verwendet. Dabei galt, dass die Referenz-Map zwar leitend für die Gültigkeitsbewertung der Relationen war, aber nicht starr angesehen werden sollte. Neben dem Vergleich mit der Referenz-Map wurden jene Relationen als ungültig erklärt, bei denen keine eindeutige Pfeilrichtung angegeben war, ein Pfeil unbeschriftet war oder die Pfeilbeschriftung kein Prädikat enthielt. Jene Regeln wurden den Lernenden vor der Durchführung erklärt und simultan zur Arbeitsphase an der Wand visualisiert. Darüber hinaus wurden im Passiv formulierte Relationen in aktive Relationen überführt (GEHL 2013, S. 123). Grammatikalische Fehler, bei denen dennoch die inhaltlichen Zusammenhänge eindeutig waren, wurden als gültig erklärt (z. B. Gruppe G10: Blumenplantagen „erzeugt“ Abwasser im See). In Anlehnung an MEHREN, R. et al. (2015b) wurden mögliche Varianzen in der Auswertung durch ein Interrating objektiviert. Dabei ergab sich für die Berechnung der Übereinstimmung nach WIRTZ, CASPAR (2002) für zwei Rater ein Cohens Kappa (κ) von 0,73, welches als Indikator für eine gute Übereinstimmung gilt. Im Nachgang wurden die nicht übereinstimmenden Relationsbewertungen von beiden Ratern konsensuell validiert.

a) Wertbare Relationen und Konzepte

Mithilfe der genannten Analyseschritte und Güteverfahren (Vergleich mit der Referenz-Map, Interrater-Reliabilität und konsensuelle Validierung) wurde jede Relation der Gruppen-Maps als gültig oder ungültig erklärt. Die gültigen (= wertbaren) Relationen beschreiben jene Relationen, welche die Elemente des zu betrachtenden Systems zweckmäßig miteinander verbinden (SOMMER 2005). Gemäß dessen wurden in der vorliegenden Untersuchung zunächst alle wertbaren Relationen analysiert, um einerseits einen Überblick über die Quantität der Verknüpfungen zu bekommen und andererseits als Teil zur Berechnung des Vernetzungsindex zu dienen. Neben den wertbaren Relationen wurden auch alle verwendeten Konzepte (= Karten) für die Berechnung des Vernetzungs- und Strukturindex ausgezählt.

b) Vernetzungsindex

Der Vernetzungsindex (v_x) zeigt die Fähigkeit der Proband*innen, Elemente über Relationen miteinander zu verknüpfen (REMPFLER 2010). Um den Vernetzungsindex zu berechnen, entwickelte OSSIMITZ (2000) folgende Formel:

$$v_x = 2x \text{ Anzahl wertbarer Relationen} / \text{Anzahl verwendeter Elemente}$$

Da in der vorliegenden Unterrichtskonzeption die Elemente in Form von Karten mit Überschriften vorgegeben sind, ist der Vernetzungsindex eine wichtige Größe zur Bewertung der Concept Maps. Er misst die durchschnittliche Zahl an Relationen, die pro Element hin- bzw. wegführen und kann somit Aussagen über den Grad der Vernetztheit liefern.

c) Strukturindex

Während der Vernetzungsindex lediglich die wertbaren Relationen und verwendeten Elemente betrachtet, bewertet der Strukturindex (sx) die strukturelle Komplexität der Concept Maps. Zur Analyse werden Pfeilketten, Verzweigungen und Kreisläufe in den Concept Maps bestimmt. Mithilfe dieser Komponenten kann er wie folgt berechnet werden (BOLLMANN-ZUBERBÜHLER 2008; MEHREN ET AL. 2017):

$$sx = \text{Anzahl (Kreisläufe + Verzweigungen + Pfeilketten)} / \text{Anzahl verwendeter Elemente}$$

Zur Bestimmung der drei zentralen Komponenten bedarf es einer exakten Kodieranleitung (vgl. Anhang). Ein bewährtes Verfahren beschreiben MEHREN ET AL. (2017), bei dem zunächst die Kreisläufe, dann die Verzweigungen und schließlich die Pfeilketten analysiert werden. Besonders hilfreich ist das Markieren der einzelnen Komponenten mit verschiedenen Farben (REMPFLER 2010). Der Strukturindex wurde bereits in vielen didaktischen Forschungssettings zur Analyse von Systemkompetenz eingesetzt (BOLLMANN-ZUBERBÜHLER 2008; REMPFLE 2010; CLAUSEN 2015; MEHREN, R. et al. 2015b; BROCKMÜLLER ET AL. 2016; FÖGELE 2016; BROCKMÜLLER, SIEGMUND 2018). Es konnte nachgewiesen werden, dass Concept Maps mit der Berechnung des Strukturindex „[...] einen substantiellen Mehrwert bei der Diagnostik von Systemkompetenz darstellen“ (MEHREN ET AL. 2016, S. 15) und dass sie „die Komplexität des systemischen Verständnisses von Schülern deutlich besser als etwa ein zusammenhängender Text sichtbar [machen, Anm. d. V.]“ (MEHREN ET AL. 2017, S. 229). Trotz dessen ist die strukturelle Analyse von Concept Maps in erster Linie quantitativ ausgerichtet, sodass kaum Aussagen über die inhaltliche Qualität der Vernetzung getroffen werden können. Aus diesem Grund findet innerhalb des Forschungsvorhabens auch eine inhaltliche Analyse der Concept Maps statt.

Inhaltliche Analyse der Gruppen-Maps

Für die qualitative Analyse von Concept Maps können auf der Makroebene z. B. eine vergleichende Korrespondenzanalyse zwischen den Concept Maps der Proband*innen durchgeführt werden oder die Degree-Zentralität bestimmt werden (GEHL 2013). Mit Blick auf die Auswertung von Concept Maps, die im Rahmen der

Mystery-Methode entwickelt wurden, bieten mikroanalytische Auswertungsverfahren einen geeigneteren Untersuchungsfokus, weil die Karten als Systemelemente und die Pfeile als Systemrelationen interpretiert werden.

d) Aussortierte Karten

Die Kleingruppen können Karten, die sie als irrelevant zur Beantwortung der Leitfrage ansehen, aussortieren. In einer nachfolgenden Analyse werden jene Karten mit den aussortierten Karten der Expert*innen verglichen, wodurch Rückschlüsse auf die gewählte Systemgrenze gezogen werden können.

e) Wichtigste Karten

Am Ende der Arbeitsphase markieren die Kleingruppen gemeinsam die drei für sie wichtigsten Karten zur Beantwortung der Leitfrage. Anhand dessen kann die Fähigkeit zur Komplexitätsreduktion abgeleitet werden, nach der sie die zentralen Stellschrauben für eine Änderung des Systemverhaltens herausfiltern. Diese werden wiederum mit den wichtigsten Karten der Expert*innen verglichen.

f) Relationstypen

NÜCKLES ET AL. (2004) unterscheiden bei der inhaltlichen Qualität in statische und dynamische Relationstypen, wobei die stärkere Nutzung von dynamischen Relationen auf ein höheres Fähigkeitsniveau der Proband*innen zurückzuführen ist. Statische Relationen zeigen – bezogen auf die Basisteilkonzepte des Faches Geographie (DGFG 2017) – strukturelle Beziehungen zwischen Elementen, z. B. besteht aus, entspricht, ist, ähnelt oder ist ein Teil von. Dynamische Relationen hingegen weisen auf prozessuale und funktionale Beziehungen hin, z. B. führt zu, verändert, hat zum Ziel, bewirkt, dient, wirkt als, beeinflusst, benötigt, erhöht oder verringert. Zur Veranschaulichung der Komplexitätsniveaus der Gruppen wurden in Anlehnung an NÜCKLES ET AL. (2004) und HEMPOWICZ (2017) alle statischen Relationen mit einem und alle dynamischen Relationen mit zwei Punkten gewertet, sodass sich ein resümierender Parameter in Form eines Punktescores ergibt.

4.2.3 Schriftliche Antwortsätze

Neben der Analyse der Concept Maps nach strukturellen und inhaltlichen Kriterien wird auch der schriftlich formulierte Antwortsatz auf die Leitfrage in die Datenauswertung miteinbezogen. Die schriftliche Fixierung kann als Datentriangulation verstanden werden, indem die Lernenden ihr selbstständig erarbeitetes Systemverständnis als Antwort auf die Leitfrage anwenden und ausformulieren. Obwohl die Mystery-Methode eine offene, selbstorganisierte Lernform darstellt, die verschiedene Lösungen als richtig anerkennt, muss dennoch ein objektiver Maßstab zur Bewertung angesetzt werden. Eine Möglichkeit der Bewertung, die sich im Kontext der Mystery-Methode durchgesetzt hat (VANKAN 2007; SCHULER 2012), bietet das

Klassifikationsschema der SOLO-Taxonomie nach BIGGS, COLLIS (1982). Die schriftlichen Antworten werden dabei nach dem Grad ihrer Abstraktion und Komplexität in fünf verschiedene Stufen eingeteilt. Vor allem hinsichtlich der Komplexität wird somit auch ein Bezug zur Systemorganisationskompetenz hergestellt. BIGGS, COLLIS (1982) unterscheiden in aufsteigender Reihenfolge in unstrukturierte, einfache, mehrschichtige, zusammenhängende und ausführlich abstrakte Antworten. Die Antwortsätze wurden innerhalb der Untersuchungsgruppen gemeinsam erstellt. In der Datenauswertung wurden die Antwortsätze von zwei unabhängigen Ratern den Niveaustufen zugeordnet und anschließend konsensuell validiert (vgl. Anhang).

Tab. 10 | Niveaustufen zur Bewertung einer verschriftlichten Mystery-Lösung (verändert nach BIGGS, COLLIS 1982; SCHULER 2012)

Antwortniveaus	Beschreibung
Unstrukturierte Antwort (I)	Die Antwort geht <i>an der Leitfrage vorbei</i> oder handelt sich lediglich um die Wiederholung der Leitfrage. Die Lernenden sind nicht in der Lage, die Informationen mit der Frage zu verbinden.
Einfache Antwort (II)	Es wird <i>eine Information</i> , die für die Beantwortung der Leitfrage wichtig ist, verarbeitet, jedoch wird keine Schlussfolgerung hinsichtlich der Brauchbarkeit oder der Wichtigkeit der verfügbaren Informationen gezogen.
Mehrschichtige Antwort (III)	Es werden <i>zwei oder mehr wichtige Informationen</i> verwendet, die allerdings nicht aufeinander bezogen werden. Weder die Art des Zusammenhangs zwischen den Informationen noch die sich daraus ergebenden Auswirkungen werden erläutert.
Zusammenhängende Antwort (IV)	Die Informationen werden zusammenhängend und konsequent miteinander verbunden. Die Lernenden kommen zu einer Schlussfolgerung, bei der <i>zwei oder mehrere verfügbare Informationen</i> berücksichtigt und aufeinander bezogen werden.
Ausführliche abstrakte Antwort (V)	Über eine zusammenhängende Antwort hinaus werden hier <i>zusätzliche Informationen</i> zur Lösung der Aufgabe verwendet, die nicht im Material enthalten sind. Es können aber auch abstrakte, über den Einzelfall hinausreichende Konzepte und Zusammenhänge formuliert werden. Es können auch widersprüchliche Hypothesen aufgestellt und argumentativ gegeneinander abgewogen werden.

4.2.4 Videographie und Videoanalyse

Videographische Daten ermöglichen einen empirischen Zugang zu verschiedenen (Lehr-/Lern-)Interaktionen (DINKELAKER, HERRLE 2009). Sie lassen eine Detailansicht von Unterricht zu und sind insbesondere für eine prozessorientierte Analyse geeignet (MAYRING ET AL. 2004). Nach AUFSCHNAITER, WELZEL (2001) ist eine Videoanalyse unverzichtbar für die Erforschung von Unterricht, vor allem wenn der Zusammenhang zwischen Lernangebot und den daraus entstehenden Handlungen und Diskursen sowie dem resultierenden Einfluss auf das Lernen der Schüler*innen untersucht wird. Zur Erforschung von Unterricht in einem bildungs- und erziehungswissenschaftlichen Kontext mittels Videographie kann zwischen videogestützter Unterrichtsqualitätsforschung und erziehungswissenschaftlicher Videographie unterschieden werden. Ersteres erforscht die Effekte verschiedener Unterrichtsmerkmale auf das Lernen der Schüler*innen und prüft Hypothesen durch Korrelationsanalysen. Zweiteres bleibt während der gesamten Analyse möglichst eng an den Videodaten mit dem Ziel, die vielfältigen, interagierenden Prozesse und Muster in ihrer Komplexität wahrzunehmen und zu rekonstruieren (DINKELAKER, HERRLE 2009). In der vorliegenden Studie werden zwar theoretische Aussagen durch die Forschungsmethodologie der Fallstudie entwickelt und letztendlich überprüft, dennoch gilt es, die komplexen Interaktionen der Schüler*innen sowie ihre Handlungen innerhalb des Systemorganisationsprozesses zu rekonstruieren, sodass in diesem Kontext eher von erziehungswissenschaftlicher Videographie gesprochen werden kann.

4.2.4.1 Methodische Vorgehensweise bei der Videoanalyse

Obwohl in der Unterrichtsforschung viele verschiedene, ganzheitliche Untersuchungsmethoden zur Analyse von Videodaten entwickelt wurden, z. B. Videointeraktionsanalyse (TUMA ET AL. 2013), Qualitative Video-Inhaltsanalyse (MAYRING ET AL. 2004), Dokumentarische Methode (BOHNSACK 2011), Hermeneutische Videoanalyse (TUMA ET AL. 2013) oder Konversationsanalyse (HEATH ET AL. 2011), kann keine allein die vorliegenden Teilforschungsfragen beantworten.

Vielmehr ist es notwendig, sich dem Material schrittweise zu nähern und geeignete Methoden auszuwählen, welche die Spezifik der vorliegenden Studie erfüllt. Bisher wurden kollaborative, systemorganisierende Handlungsweisen zur Visualisierung der geographischen Systemkompetenz mittels Videodaten nicht erforscht, sodass eine eigene Untersuchungsstrategie entwickelt werden muss. Tab. 11 stellt die verschiedenen Untersuchungsziele der Studie, orientiert an dem theoretischen Aussagensystem (vgl. Kap. 2.3), sowie die entsprechenden Auswertungsmethoden dar. Die Begründung der jeweiligen Methodenauswahl sowie der methodische Ablauf werden in den einzelnen Teilkapiteln genauer erläutert.

Tab. 11 | Übersicht zu den Untersuchungszielen und Auswertungsmethoden innerhalb der Videoanalyse

Untersuchungsziel	Auswertungsmethode
<p>1. Deskriptive Analyse des Arbeitsprozesses</p> <ul style="list-style-type: none"> → Schaffung eines Überblicks durch eine makroskopische Unterteilung der Videoaufzeichnung in einzelne Segmente → Identifizierung und Abgrenzung der Systemorganisationsphase als Grundlage für nachfolgende Analysen → Beschreibende Analyse der Schüler*innenhandlungen innerhalb dieser Segmente für einen ersten Intergruppenvergleich 	<p><i>Segmentierungsanalyse</i> (DINKELAKER, HERRLE 2009)</p>
<p>2. Analyse der systemorganisierenden Handlungen</p> <ul style="list-style-type: none"> → Identifikation von systemorganisierenden Handlungen → Bestimmung interindividueller Unterschiede zwischen den Lernenden 	<p><i>Qualitative Inhaltsanalyse</i> (MAYRING 2015)</p>
<p>3. Identifizierung kollaborativer Handlungsmuster und diskursiver Auseinandersetzungen</p> <ul style="list-style-type: none"> → Identifikation von ko-konstruktiven Handlungsweisen → Bestimmung und Analyse von Sequenzen diskursiver Aushandlungsprozesse 	<p><i>Graphical Coding Analysis</i> (KEEFER ET AL. 2000)</p>

Für die Datenerhebung haben jeweils drei Schüler*innen an einem Tisch gearbeitet, wobei die Kamera gegenüber positioniert wurde. In den ersten fünf bis zehn Minuten haben die Kameras die Lernenden und den Tisch in der Totale aufgenommen. Anschließend wurde auf den Tisch gezoomt, weil die Handlungen auf der Arbeitsfläche den Untersuchungsgegenstand darstellten. Durch die ersten fünf bis zehn Minuten konnten die Stimmen den Personen für den weiteren Analyseverlauf zugeordnet werden. Neben der Kamera wurden auf der Arbeitsfläche Tonaufnahmegerät positioniert. Bei der Datenaufbereitung wurden die Audio- und Videospuren übereinandergelegt und angeglichen. Weitere Hinweise zum erfolgreichen Umgang mit Videomaterial oder Informationen zu technischen Aspekten finden sich bei KNOBLAUCH (2004), DERRY (2007), DINKELAKER, HERRLE (2009), REICHERTZ, ENGLERT (2010) und TUMA ET AL. (2013). In der Folge wurden relevante Ausschnitte

(2009) dar, welche im Kontext erziehungswissenschaftlicher Videographieforschung entwickelt wurde. Die Segmentierungsanalyse schafft einen Überblick über das Interaktionsgeschehen, indem dessen Verlauf nach bestimmten Kriterien in Segmente untergliedert wird. Die Kriterien variieren je nach Beobachtungsaufgabe, beziehen sich jedoch stets auf den Wechsel von Interaktionsmustern. Werden Lernhandlungen vor diesem Hintergrund betrachtet, so können Phasenunterscheidungen rekonstruiert werden, die von den Lernenden selbst ausgelöst wurden. Die Segmentierungsanalyse orientiert sich somit an Unterschieden und Gleichförmigkeiten im Interaktionsgeschehen und versucht diese zu strukturieren und zu beschreiben. Die Autoren schlagen drei Dimensionen vor, mithilfe derer Segmente im Interaktionsgeschehen identifiziert und abgegrenzt werden können: „(a) die Positionierung und Ausrichtung der Anwesenden im Raum, (b) das Muster des Sprecherwechsels und (c) das jeweils behandelte Thema“ (DINKELAKER, HERRLE 2009, S. 54). Neben diesen Dimensionen können auch verbale Äußerungen wie „Gut“, „Dann“ oder „So“ Phasenwechsel im Interaktionsgeschehen andeuten (DINKELAKER, HERRLE 2009).

Die Segmentierungsanalyse wird in zwei Schritten durchgeführt. Zunächst wird das Interaktionsgeschehen unter Zuhilfenahme der drei Dimensionen in Segmente eingeteilt. Jedes Segment wird anschließend mit einem Titel benannt, mit einem typischen Bildausschnitt symbolisiert und beschrieben. Dabei sind jene Merkmale anzugeben, welche das jeweilige Segment von den anderen unterscheidet. Im zweiten Schritt werden die Grenzen und Übergänge zwischen den Segmenten ermittelt und definiert. Dies erlaubt abschließend eine graphische Darstellung des chronologischen Interaktionsprozesses.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit müssen die genannten Dimensionen nach DINKELAKER, HERRLE (2009) teilweise verändert werden. Einerseits finden innerhalb des Lernprozesses kaum Positionsveränderungen der Lernenden statt, da sie durchgängig an einem Tisch arbeiten. Andererseits sind Muster des Sprecherwechsels nicht aussagekräftig, weil bezüglich des Unterrichtskonzepts kollaborative und somit gleichmäßig auftretende Arbeitsweisen initiiert werden sollen und keine Hierarchiestrukturen (z. B. Lehrkraft und Lernende) vorhanden sind. Das jeweils behandelte Thema hingegen ist ein geeigneter Indikator zur Segmentierung. Durch die Arbeitsanweisungen (vgl. Anhang 2), welche die Schüler*innen durch den Lernprozess leiten, ergibt sich eine thematische Grobgliederung, die für die Segmentierungsanalyse genutzt werden kann: Nach dem Lesen der Ausgangsgeschichte stellen die Lernenden Vermutungen zur Beantwortung der Leitfrage auf. In der sich anschließenden Systemorganisationsphase erschließen sich die Lernenden das geographische System mithilfe kleiner Informationskärtchen und stellen die Zusammenhänge in einer Concept Map dar. Danach markieren sie die drei wich-

tigsten Karten in der Concept Map, formulieren eine passende Überschrift, beantworten die Leitfrage schriftlich und vergleichen ihre Antwort mit den anfänglich aufgestellten Vermutungen.

Innerhalb der Systemorganisationsphase nutzen die Untersuchungsgruppen verschiedene Strategien und Vorgehensweisen, die sich sowohl organisatorisch und inhaltlich als auch in ihrer zeitlichen Dauer unterscheiden. Jene Teilphasen gilt es ebenfalls mithilfe der Segmentierungsanalyse zu identifizieren. Eine Orientierung dazu geben LEAT, NICHOLS (1999, 2000a, 2000b). Die Forscher haben Kleingruppen während der Arbeit mit der Mystery-Methode untersucht und festgestellt, dass sie je nach Leistungsniveau verschiedene „stages“ (= Stufen, Phasen) durchlaufen, bevor sie zu einer Problemlösung gelangen (LEAT, NICHOLS 1999, 23 ff.). Der idealtypische Verlauf umfasst folgende Phasen: *Display Stage*, *Setting Stage*, *Sequencing/Webbing Stage*, *Reworking Stage* und *Abstract Stage* (vgl. Kap. 2.2.4). Für die Identifikation der *stages* im Rahmen der Segmentierungsanalyse wurde die theoretisch vereinte Sequencing/Webbing Stage in eine Sequencing Stage und in eine Webbing Stage aufgegliedert. Bei der Betrachtung der Videoaufnahmen hat sich herausgestellt, dass die Kleingruppen entweder nur eine der beiden *stages* absolvieren oder beide *stages* sukzessiv durchlaufen, sodass für eine detailliertere Analyse eine Aufgliederung in zwei *stages* notwendig war. Darüber hinaus wurde der Systemorganisationsphase eine weitere Teilphase hinzugefügt: das Einzeichnen und Beschriften der Pfeile. Im Datenmaterial konnte entdeckt werden, dass es Gruppen gibt, welche die Pfeile parallel zur Webbing Stage einzeichnen und beschriften oder aber als eigenständige Phase durchlaufen.

Die Segmentierung fand mithilfe der Software MaxQDA statt. Die einzelnen Phasen wurden kodiert und anschließend mittels Codelines dargestellt (Abb. 21). Durch die Codelines kann einerseits die Systemorganisationsphase abgegrenzt werden – im vorliegenden Fall durch eine andere farbliche Gestaltung –, andererseits können erste Intergruppendifferenzen in der Vorgehensweise identifiziert werden. Phasen, in denen die Lernenden den Arbeitsprozess strukturell organisieren, z. B. durch das Lesen der Arbeitsaufträge oder durch den Austausch über die weitere Vorgehensweise, wurden nicht kodiert, sondern im Sinne der Segmentierungsanalyse als Übergänge gekennzeichnet.

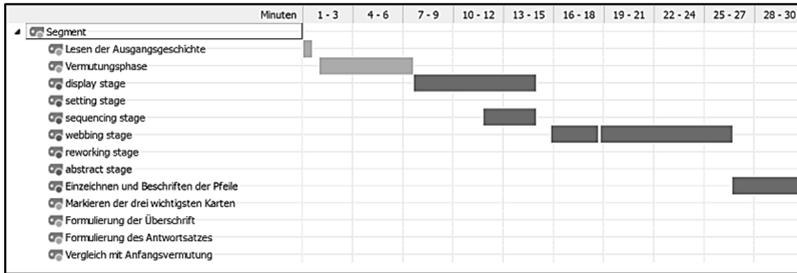


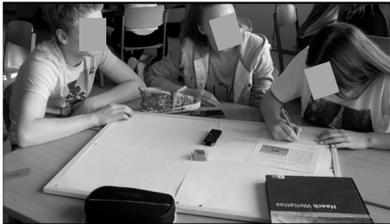
Abb. 21 | Exemplarische Darstellung der Codelines von Gruppe G01 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation; für eine vergrößerte Darstellung siehe Kap. 5.3.1 bis 5.3.4)

Nach der formalen Einteilung und der graphischen Darstellung in Codelines werden die Interaktionen der Lernenden für jedes Segment in kurzen Abschnitten beschrieben (Abb. 22). Zusätzlich werden im Sinne der Segmentierungsanalyse ein typischer Bildausschnitt und das Zeitintervall angegeben (DINKELAKER, HERRLE 2009). Die Übergänge, welche zunächst keinem Code zugeordnet wurden, werden mit aufgegriffen und erläutert. Im Anhang wird auf die deskriptiven Darstellungen aller Untersuchungsgruppen hingewiesen.



Segment 1: Lesen der Ausgangsgeschichte (00:00 - 00:30)

Das Arbeitsblatt liegt zwischen den drei Lernenden. Alle drei lesen die Ausgangsgeschichte gleichzeitig und still für sich. Der Videoausschnitt beginnt während des Lesens. In der Übergangsphase zu Segment 2 wird der Arbeitsauftrag 1 als erledigt markiert und der Arbeitsauftrag 2 besprochen.



Segment 2: Vermutungsphase (00:58 - 06:29)

Zunächst vermutet Schülerin B1w, dass der Klimawandel eine Antwort auf die Problemfrage sein könnte. Die anderen beiden Lernenden bejahen dies. C1w schreibt auf, was Schüler A1m in der Folge diktiert. Die Vermutung bezieht sich ausschließlich auf den Klimawandel. Weitere Vermutungen werden nicht geäußert. Schülerin B1w gibt nur selten Kommentare. In der Übergangsphase zu Segment 3 werden die Informationskärtchen geholt und der Arbeitsauftrag 2 als erledigt markiert.

Abb. 22 | Deskriptive Darstellung ausgewählter Segmente der Gruppe G01

4.2.4.3 Analyse der systemorganisierenden Handlungen

Nachdem im ersten Teil der Videoanalyse die Arbeitsprozesse der Kleingruppen auf einer Makroebene segmentiert wurden, wird im zweiten Teil der Systemorganisationsprozess genauer untersucht. Mithilfe der vorangegangenen Segmentierungsanalyse kann offenbart werden, in welchem zeitlichen Umfang und in welcher sequenziellen bzw. simultanen Abfolge die Phasen des Systemorganisationsprozesses ablaufen. Allerdings können keine Aussagen darüber getroffen werden, in welcher Reihenfolge, auf welchem Niveau oder in welcher Art und Weise sich die Schüler*innen das geographische System erschließen. Auf einer Mikroebene sollen daher sowohl die systemorganisierenden Handlungen und deren sequenzielles Auftreten untersucht als auch Muster in der kollaborativen Organisation des geographischen Systems rekonstruiert werden. Mit Blick auf das theoretische Ausgangssystem nach YIN (2018) liegen folgende Zielstellungen zugrunde:

- Identifikation von systemorganisierenden Handlungen
- Bestimmung interindividueller Unterschiede zwischen den Lernenden

Die Systemorganisation – als eine Dimension der geographischen Systemkompetenz (vgl. Kap. 2.1.4) – beschreibt die „Fähigkeit und Fertigkeit [...], einen komplexen Wirklichkeitsbereich in seiner Organisation als System identifizieren und dessen wesentliche Bestandteile modellhaft darstellen und beschreiben zu können“ (REMPFLER, UPHUES 2011b, S. 24). Sie unterteilt sich wiederum in die Teildimensionen Systemstruktur und Systemgrenze und bildet im Rahmen des Kompetenzmodells nach MEHREN ET AL. (2016) die theoretische Grundlage für die vorliegende Studie. Im Unterrichtskonzept der Studie (vgl. Kap. 3) wurden die Teildimensionen insofern operationalisiert, dass die Lernenden einerseits die Relationen zwischen den Elementen identifizieren sowie in einer Concept Map darstellen (Systemstruktur) und andererseits differenzieren, welche Elemente relevant bzw. irrelevant zur Beantwortung der Leitfrage sind (Systemgrenze). Demnach kann davon ausgegangen werden, dass die Lernenden dazu angeregt werden, ihre verfügbaren Fähigkeiten zur Systemorganisation innerhalb des Unterrichtskonzepts anzuwenden. Da die Lernenden mit unterschiedlichen Ausgangsniveaus in dem offenen, problemorientierten Unterrichtsetting arbeiten, wird vermutet, dass je nach Kleingruppe verschiedene Vorgehensweisen und Handlungsstrategien genutzt werden. Um diese zu identifizieren, gilt es, eine Auswertungsmethode zu finden, welche die individuell sichtbaren, systemorganisierenden Handlungen der Lernenden erfasst. Im Folgenden soll verdeutlicht werden, welche Kriterien die Auswertungsmethode erfüllen sollte und für welche Methode sich letztendlich entschieden wurde:

- (1) Da die Handlungen der Lernenden auf einer sichtbaren Oberfläche liegen, können sie *explizit* aus dem Material heraus *kategorisiert* werden. Die verbale Kommunikation, welche die Handlungen der Lernenden zumeist unterstützt, wird für die Interpretation einbezogen, jedoch nicht tiefergehend analysiert. Demnach bedarf es keiner Methode, welche die Handlungen und deren verbale Begleitung auf impliziter, hermeneutisch-interpretativer Ebene untersucht.
- (2) Die Methode muss dazu geeignet sein, die Handlungen der Lernenden *induktiv* aus dem Material heraus zu entwickeln, da aus theoretischer Perspektive keine Handlungsdimensionen für ein Kategoriensystem ableitbar sind. Allerdings sollte die induktive Herangehensweise nicht komplett frei von Theorie, sondern *unter der theoretischen Perspektive der Systemorganisation* ablaufen.
- (3) Die Methode sollte außerdem dazu geeignet sein, Erkenntnisse aus *Videodaten* zu generieren.

Eine Auswertungsmethode, welche die angesprochenen Kriterien erfüllt, ist die *Qualitative Inhaltsanalyse (QIA)* nach MAYRING (2015), genauer gesagt die „Induktive Kategorienbildung innerhalb der zusammenfassenden, qualitativen Inhaltsanalyse“ (MAYRING 2015, S. 85). Obwohl die QIA ursprünglich für reine Textanalysen konzipiert wurde, wird in der Forschungsliteratur vielfach auf die qualitative, kategorienbasierte Auswertung von Videodaten verwiesen (JACOBS ET AL. 1999; KNOBLAUCH 2004, S. 128; MAYRING ET AL. 2004; DERRY 2007, 29 f.; BRÜCKMANN 2009; HUNDEMARK 2012).

Die Qualitative Inhaltsanalyse nach MAYRING (2015) beschreibt eine Auswertungsmethode, die im Rahmen sozialwissenschaftlicher Forschung genutzt wird, um verschiedene Daten, z. B. Transkripte von Interviews, Zeitungsartikel, wissenschaftliche Texte, Audio- oder Videoaufnahmen, zu analysieren. In erster Linie steht sie für ein qualitativ-orientiertes Textanalyseverfahren, das große Materialmengen bewältigen kann, aber dennoch auf qualitativ-interpretativer Ebene bleibt und somit auch latente Sinngehalte erfasst (MAYRING, FENZL 2014). Sie ist durch ein systematisches, regelgeleitetes Vorgehen gekennzeichnet und lässt sich in drei Grundformen durchführen: Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung. Es wird sich an vorab festgelegten Regeln orientiert und einzelne Analyseschritte definiert. Dies hat den Vorteil, dass der Auswertungsprozess nachvollziehbar wird und intersubjektive Güteverfahren durchgeführt werden können (MAYRING 2015).

Für die Arbeit mit der Qualitativen Inhaltsanalyse ist die Definition von Kategorien ein zentraler Schritt. Dieser kann entweder in Form einer deduktiven oder einer induktiven Kategorienbildung auftreten. Eine deduktive Kategorienbildung ergibt

sich aus theoretischen Überlegungen. Aus Voruntersuchungen oder dem aktuellen Forschungsstand werden diese für eine Analyse des vorliegenden Materials operationalisiert, indem Kategorien benannt und definiert werden. Bei der induktiven Kategorienbildung hingegen werden die Kategorien aus dem Material heraus entwickelt. Eine große Tradition dieser induktiven Herangehensweise offenbart der Ansatz der „Grounded Theory“ (GLASER, STRAUSS 1967; STRAUSS, CORBIN 1991). Dieser strebt nach einer möglichst freien, gegenstandsnahen Interpretation des Materials, welche nicht durch Vorannahmen des Forschenden verzerrt werden soll. Die gewählte Qualitative Inhaltsanalyse spricht sich zwar auch für eine induktive Herangehensweise an das Material aus, jedoch wird das Thema der Kategorienbildung theoriegeleitet bestimmt (MAYRING 2015). Damit wird der Blick auf das Material eingengt, um „[...] Unwesentliches, Ausschmückendes, vom Thema Abweichendes“ (MAYRING 2015, S. 87) auszuschließen und die Richtung der Kategorienbildung festzulegen. Die Themenbegrenzung richtet sich allein nach der Fragestellung und wird durch ein Selektionskriterium bestimmt. Diese Auswertungsmethode wird zwar der induktiven Kategorienbildung zugeordnet, integriert jedoch Elemente der deduktiven Herangehensweise.

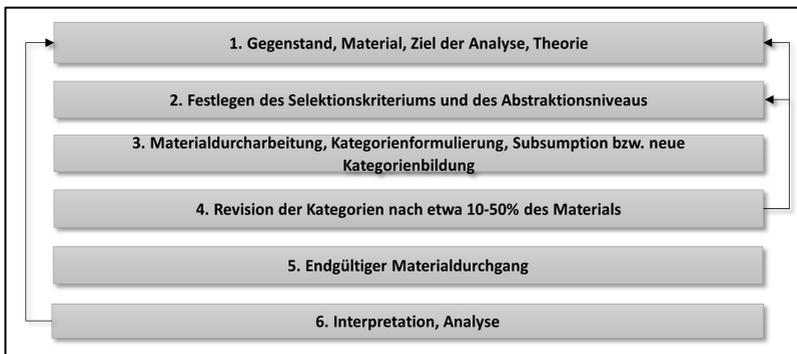


Abb. 23 | Prozessmodell induktiver Kategorienbildung (verändert nach MAYRING 2015, S. 86)

In Abb. 23 wird ein idealtypisches Prozessmodell induktiver Kategorienbildung innerhalb der zusammenfassenden, qualitativen Inhaltsanalyse dargestellt. Im ersten Teil wird festgelegt, welcher Untersuchungsgegenstand vorliegt, welches Material zur Datenanalyse genutzt wird, welche Ziel- und Fragestellungen vorherrschen und welche Erkenntnisse bereits aus der Theorie existieren. Diese Teilschritte werden in der Regel vor jeder Datenauswertung eines Forschungsprojektes durchgeführt. In einem nächsten Schritt werden das Selektionskriterium und das Abstraktionsniveau festgelegt. Wie bereits beschrieben, wird das Selektionskriterium aus der Theorie heraus abgeleitet und gibt die Richtung der Analyse vor.

Das Abstraktionsniveau bestimmt, wie abstrakt bzw. wie konkret Kategorien zu formulieren sind. Mit der Festsetzung dieser beiden Eigenschaften wird in der Folge das Material durchgearbeitet bis das Selektionskriterium erstmalig erfüllt ist. Unter Berücksichtigung des Abstraktionsniveaus wird nun eine Kategorie formuliert. Wenn bei der nachfolgenden Durcharbeitung des Materials das Selektionskriterium ein weiteres Mal auftritt, muss geprüft werden, ob die bestehende Kategorie erneut erfüllt ist und die Datenstelle jener Kategorie zugeordnet werden kann (Subsumption) oder ob eine neue Kategorie gebildet werden muss. Auf diese Weise werden beim Materialdurchlauf sukzessive Kategorien subsumiert oder neu gebildet, bis 10 - 50 % der Daten analysiert wurden. Anschließend wird überprüft, ob die Kategorien dem Analyseziel entsprechen und ob das Selektionskriterium und das Abstraktionsniveau plausibel gewählt wurden. Werden Differenzen erkannt, so müssen diese Schritte überarbeitet werden und der Materialdurchlauf beginnt erneut. Gibt es keine Unstimmigkeiten, so wird das gesamte Datenmaterial mit dem bestehenden Kategoriensystem durchgearbeitet. Falls sich neue Kategorien ergeben, so werden diese ergänzt. Das Resultat ist ein System aus Kategorien, ihren Beschreibungen und passenden Textstellen, welches zur weiteren Analyse und Interpretation geeignet ist. MAYRING (2015) schlägt vor, dass entweder das gesamte Kategoriensystem im Sinne der Fragestellung interpretiert werden kann, dass weitere Hauptkategorien gebildet werden können oder dass quantitative Aussagen getroffen werden können, z. B. wie häufig eine Kategorie auftritt.

Für die vorliegende Studie wurde die Qualitative Inhaltsanalyse dahingehend eingesetzt, dass die Kategorienbildung zwar induktiv, aber unter der theoretischen Perspektive der Systemorganisation (inkl. Systemstruktur und Systemgrenze) stattfand. Anhand der Videoaufzeichnungen wurde ein Kategoriensystem erstellt, das mehrere Revisionsschleifen und intersubjektive Güteverfahren durchlief. Bei der Kategorienentwicklung bezüglich der Systemstruktur wurde sich an den schwierigkeitsgenerierenden Merkmalen nach REMPFLER, UPHUES (2011a) orientiert: Vernetzungsart (komplex, linear, monokausal) sowie die Anzahl der Elemente und Relationen (niedrig, mittel, hoch). Um im Sinne der Verfahrensdokumentation als zusätzliches Gütekriterium qualitativer Forschung vorzugehen (MAYRING 2016, S. 144), wird nachstehend der Entwicklungsprozess des Kategoriensystems geschildert. Der vollständige, finale Kodierleitfaden findet sich im Anhang 5.

Angelehnt an MAYRING (2015) wurde zunächst der Analyserahmen auf der Basis theoretischer Erkenntnisse vordefiniert. Dabei wurden die Fragestellung, eine Arbeitsdefinition, das Selektionskriterium, das Abstraktionsniveau und die Analyseeinheiten festgelegt, mithilfe derer das Datenmaterial untersucht werden konnte (Abb. 24). Im Nachgang wurden insgesamt vier Revisionsschleifen zur Ausschärfung des Kategoriensystems durchgeführt. Tab. 12 verdeutlicht die Veränderungen, die zwischen den einzelnen Versionen unternommen wurden. Daraus ist

ersichtlich, dass die dritte Version des Kategoriensystems konsensuell kodiert wurde (KUCKARTZ 2016, S. 211). Dieses Verfahren wird innerhalb der qualitativen Forschung genutzt, um die Güte der Kodierung zu überprüfen. Dabei kodieren zwei Personen das Datenmaterial unabhängig voneinander und vergleichen anschließend ihre Kodierungen. Als Grundlage dient ein bereits entwickelter Kodierleitfaden. Nach dem Materialdurchlauf beider Personen betrachten sie gemeinsam die Kodierungen und untersuchen diese nach Gemeinsamkeiten und Unterschieden. An den Stellen, wo Differenzen auftreten, wird diskutiert und eine gemeinsame Entscheidung für eine Kodierung getroffen. Nach einer Konsensfindung wird der Kodierleitfaden an der entsprechenden Stelle überarbeitet. Darüber hinaus wurde die Intercoder-Übereinstimmung als Gütemaß berechnet. Zwar lässt sich die Bestimmung von Übereinstimmungskoeffizienten, wie sie häufig in der quantitativen Forschung angewandt wird, nicht ohne Weiteres übertragen, doch KUCKARTZ (2016) schlägt ein Verfahren vor, das mithilfe von Übereinstimmungstabellen die prozentuale Konformität beider Kodierenden berechnet: Zunächst werden die Kodierungen der ersten Person durchlaufen, wobei jede einzelne Kodierung als Kodiereinheit betrachtet wird. Wenn die zweite Person, unter Beachtung eines bestimmten zeitlichen Toleranzbereiches, einer Kodiereinheit die gleiche Kategorie zugeordnet hat, so gilt es als „Übereinstimmung“. Hat die zweite Person an dieser Stelle im Datenmaterial mit einer anderen Kategorie oder gar nicht kodiert, so wird es als „keine Übereinstimmung“ gewertet. Sobald alle Kodierungen der ersten Person evaluiert wurden, erfolgt das gleiche Verfahren für die Kodierungen der zweiten Person. Mithilfe einer Formel kann schließlich die prozentuale Übereinstimmung bestimmt werden:

$$\text{Anzahl der übereinstimmenden Kodierungen} / \text{Gesamtzahl der Kodiereinheiten} = \text{prozentuale Übereinstimmung}$$

Innerhalb der vorliegenden Studie hat die prozentuale Übereinstimmung einen Wert von 57,1 % ergeben. Damit wurde nachgewiesen, dass mehr als die Hälfte der Kodierungen von beiden unabhängigen Personen übereinstimmten, was als guter Wert angesehen werden kann. Die Berechnung eines Cohens Kappa, das die zufällige Übereinstimmung mit einbezieht und als Wert für die Interrater-Reliabilität innerhalb quantitativer Studien gilt (WIRTZ, CASPAR 2002), wurde an dieser Stelle nicht durchgeführt, weil dieses nur Sinn ergibt, wenn die Kodiereinheiten vorab in feste Intervalle eingeteilt wurden (KUCKARTZ 2016).

Fragestellung:

Wie organisieren Lernende ein komplexes geographisches System im Rahmen der Mystery-Methode?

Definition „Systemorganisierende Handlung“ (Arbeitsdefinition):

Systemorganisierende Handlungen sind nonverbale Aktionen im Arbeitsprozess (z. B. auf etwas zeigen, etwas nebeneinander legen, etwas mit Pfeilen verbinden oder etwas zur Seite legen), die sich auf die Systemstruktur oder Systemgrenze beziehen und durch verbale Kommunikation begleitet werden können.

Selektionskriterium/Kategoriendefinition:

- jede Verbindung von mindestens zwei Karten, die nonverbal ausgeführt wird, aber auch durch verbale Kommunikation begleitet werden kann (Systemstruktur)
- jede Aus- oder Einsortierung einer Karte, die als relevant oder irrelevant für die Konstruktion der Concept Map angesehen wird (Systemgrenze)

Abstraktionsniveau:

- konkretes Verschieben, Verrücken, Umsortieren oder Verbinden von Karten auf der Arbeitsfläche durch eine Person
- konkretes Zeigen auf eine Verbindung von mindestens zwei Karten durch eine Person

Analyseeinheiten:

- *Kodiereinheit*
 - Systemorganisierende Handlung einer Person ohne verbale Kommunikation
 - Kodierung von der ersten Berührung bis zur fertigen Platzierung der Karte(n)
- *Kontexteinheit:*
 - Systemorganisierende Handlung einer Person mit verbaler Kommunikation
 - Kodierung von der ersten Berührung bis zur fertigen Platzierung der Karte(n) inklusive der verbalen Äußerungen aller Personen zur gezeigten Handlung
 - beginnen/enden die verbalen Äußerungen früher/später als die Handlung, so werden dort die Kodiergrenzen festgelegt
- *Auswertungseinheit:*
 - Systemorganisationsphasen aller Untersuchungsgruppen

Abb. 24 | Vordefinierte Annahmen zur induktiven Kategorienbildung (in Anlehnung an MAYRING 2015, S. 88)

Um das Kategoriensystem anschließend noch weiter auszudifferenzieren und abzusichern, wurde ein *peer debriefing* mit 13 Forschenden der Geographie-, Biologie- und Physikdidaktik durchgeführt (KUCKARTZ 2016). Die Zusammensetzung aus fachkundigen und fachfremden Personen bezweckte eine möglichst große Vielfalt an Perspektiven auf das Material. Anhand eines Videoausschnittes haben sie in Kleingruppen induktive Kategorien zu den Lernendenhandlungen entwickelt. Diese wurden anschließend mit dem vorhandenen Kategoriensystem verglichen. Es zeigte sich, dass die Kategorien zwar häufig verschieden benannt wurden, aber dennoch gleichartig waren. Mit Verbesserungsvorschlägen aus dem *peer debriefing* konnte ein finales Kategoriensystem festgehalten werden, das zur Analyse der systemorganisierenden Handlungen genutzt wurde (vgl. Anhang 4).

Tab. 12 | Veränderungen des Kodierleitfadens von Version 1 zur finalen Version 5 (in Klammern: analysierte Untersuchungsgruppen)

<p>Version 1 (Gruppen G01, G08) zu Version 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hinzufügen von Kategorien: „Revision einer Handlung“ (Grund: bisher vernachlässigte nonverbale Handlung) - Hinzufügen von Kategorienbeschreibungen im Kodierleitfaden - Entfernen von Kategorien: „Wiederholung bereits verknüpfter Relationen“ und „Mentale Verknüpfung“ (Grund: rein verbale Kategorien)
<p>Version 2 (Gruppen G01, G08, G09) zu Version 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hinzufügen von kleinen graphischen Hilfen im Kodierleitfaden - Hinzufügen von Ankerbeispielen im Kodierleitfaden - Hinzufügen von Kategorien: „Bilden von Gruppen“ und „Zuordnung von Gruppen“ (Grund: Neue Kategorien bei Gruppe G09) - Subkategorisierung von „Verzweigen einer linearen Kette“ zu „Verlängerung einer linearen Kette“
<p>Version 3 (Gruppe G01; Konsensuelles Kodieren: Übereinstimmung = 57,1 %) zu Version 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verfassen von allgemeinen Kodierregeln (vgl. Anhang) - Hinzufügen einer Überkategorie „Sonstige systemorganisierende Handlungen“ mit Zuordnung der Unterkategorien „Bilden von Gruppen“, „Zuordnen von Karten zu Gruppen“ und „Revision einer Handlung“ - Überarbeitung der Kategoriendifferenzierung: Integrieren/Verlängern - Überarbeitung der Ankerbeispiele - Entwicklung einer Modelldarstellung systemstrukturierender Handlungen
<p>Version 4 (Ausschnitt Gruppe G01; peer debriefing) zu Version 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überarbeitung der allgemeinen Kodierregeln - Umbenennung der Überkategorien in „Systemabgrenzende Handlungen“ und „Systemstrukturierende Handlungen“

4.2.4.4 Identifizierung kollaborativer Handlungsmuster und diskursiver Auseinandersetzungen

Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, können die systemorganisierenden Handlungen der Lernenden innerhalb ihrer Kleingruppenarbeiten mithilfe des induktiv erstellten Kategoriensystems identifiziert werden. Daraus ergeben sich erste Erkenntnisse über die Anzahl, über das Niveau und über die chronologische Abfolge der systemorganisierenden Handlungen, sowohl auf Gruppenebene als auch auf individueller Ebene. Jedoch können noch keine Aussagen darüber getroffen werden, inwiefern die Lernenden innerhalb des Systemorganisationsprozesses kollaborieren. Es bleibt offen, wie sich die Lernenden das komplexe geographische System gemeinsam erschließen, wie sie auf die Handlungen anderer Lernenden reagieren, z. B. mit Zustimmung oder Widerspruch, oder welche ko-konstruktiven Handlungsfolgen auftreten. Demnach muss sich der Analysefokus, im Gegensatz zur vorherigen Analyse der einzelnen Handlungen, wieder auf eine übergeordnete Ebene ausweiten, indem die kollaborativen Handlungsfolgen der Lernenden innerhalb von Sequenzen betrachtet werden. Ziel dieser Analyse ist es, typische Handlungsmuster innerhalb der Gruppen aufzuzeigen.

Für die Analyse der kollaborativen Handlungen zwischen den Lernenden und der Visualisierung von Handlungsmustern wird sich an der *Graphical Coding Analysis* (KEEFER ET AL. 2000) orientiert (Abb. 25). Mithilfe dieser Methode können sowohl die chronologischen Handlungen der einzelnen Lernenden als auch die Verknüpfungen zwischen den jeweiligen Handlungen aufgeführt werden. Auf der x-Achse werden die Lernenden nebeneinander abgebildet. Die y-Achse zeigt die chronologisch stattfindenden Handlungen in kleinen Kästchen. Zwischen den einzelnen Kästchen gibt es Verbindungspfeile, die einen Zusammenhang zwischen den jeweiligen Handlungen darstellen. KEEFER ET AL. (2000) nutzten die *Graphical Coding Analysis*, um die Qualität von Argumentationsstrukturen innerhalb von Diskussionen zwischen Schüler*innen zu analysieren. Dabei untersuchten sie, ob und inwiefern sich Lernende auf die Argumente anderer beziehen, deren Argumente bestätigen oder widerlegen. Sie variierten die Form der Kästchen (z. B. nach Argumenten oder Zugeständnissen) und die Dicke der Pfeile (z. B. nach Zustimmung oder Widerspruch), um verschiedene Kodierungen graphisch sichtbar zu machen und anhand dieser graphischen Darstellungen Unterschiede zwischen den Lerngruppen deutlich zu machen.

Mit Blick auf das theoretische Aussagensystem (vgl. Kap. 2.3) wird untersucht, inwiefern ko-konstruktive Handlungsweisen innerhalb der kollaborativen Organisation des geographischen Systems zwischen den Lernenden stattfinden. Es gelten jene Handlungen der Lernenden als ko-konstruktiv, welche sich direkt oder indi-

rekt an die Handlung eines anderen Lernenden anschließen bzw. sich darauf beziehen. Die erste Handlung des einen Lernenden bildet somit erst die Grundlage für die sich anschließende Handlung eines zweiten Lernenden.

Abb. 25 zeigt die beispielhafte Umsetzung der Graphical Coding Analysis anhand der Gruppe G01. Im oberen Teil sind die Lernenden nebeneinander aufgelistet. Bezüglich der Kameraeinstellung in der Videoaufnahme werden die Lernenden auf der linken Seite mit Schüler*in 1, in der Mitte mit Schüler*in 2 und auf der rechten Seite mit Schüler*in 3 benannt. In chronologischer Reihenfolge (von oben nach unten gelesen) werden die systemorganisierenden Handlungen jedes Lernenden in Ellipsen, Rechtecken oder Sechsecken aufgeführt (y-Achse). Innerhalb dieser Formen steht die Bezeichnung des entsprechenden Codes des Kategoriensystems (vgl. Anhang 4). Die verschiedenen Formen kennzeichnen, wie auf die getätigte Handlung des Lernenden durch die anderen Gruppenmitglieder reagiert wurde. Wird der Code von einer Ellipse umschlossen, so wurde *keine Reaktion* gezeigt. Ein Rechteck symbolisiert eine *Zustimmung* (z. B. durch Kopfnicken oder eine bejahende, verbale Äußerung) und ein Sechseck einen *Widerspruch* (z. B. durch Kopfschütteln, eine verneinende, verbale Äußerung oder eine Revision der Handlung). Da es vorkommt, dass die zwei weiteren Lernenden unterschiedliche Reaktionen zeigen, wurde eine Hierarchie eingeführt: Widerspruch steht über Zustimmung und Zustimmung steht über keine Reaktion.

Das folgende fiktive Beispiel soll die Relevanz dieses hierarchischen Vorgehens verdeutlichen. Nach einer Handlung von Schüler 1 stimmt Schülerin 2 sofort zu, indem sie sagt: „Das sehe ich auch so“. Im direkten Anschluss widerspricht jedoch Schülerin 3 mit: „Müsste die Reihenfolge nicht umgekehrt sein, damit es logisch ist“ und initiiert damit eine mögliche Diskussion. In diesem Beispiel würde die Handlung von Schüler 1 mit einem Sechseck umrandet werden, weil der Widerspruch der Schülerin 3 hierarchisch über der Zustimmung von Schülerin 2 steht. Da Widersprüche mehr Diskussionen veranlassen als Zustimmungen, wird bei der Analyse ein stärkerer Fokus darauf gelegt und gezielt nach Stellen im Datenmaterial gesucht, in denen Widersprüche auftreten.

Sobald sich die Handlung eines Lernenden auf eine vorherige Handlung bezieht, werden die Formen mit einem Pfeil verbunden. Daraus wird graphisch ersichtlich, inwiefern ko-konstruktive Handlungen stattfinden. Unterschieden werden die Pfeile in Legehandlungen (durchgezogene Linie, z. B. Umsortieren oder Aneinanderreihen von Karten) und Zeigehandlungen (gestrichelte Linie, z. B. das Antippen einer Karte mit einer verbalen Äußerung, wie diese Karte verknüpft werden könnte). Diese Unterscheidung ist wichtig, weil davon ausgegangen wird, dass die sichtbare Änderung einer Struktur von Lernenden besser visualisiert und nachvollzogen werden kann als ein kurzes Zeigen oder eine verbale Äußerung.

Mit einer horizontalen Linie werden die verschiedenen Sequenzen abgegrenzt. Eine Sequenz endet damit, dass keine direkte Anschlusshandlung stattfindet, sondern der Aufmerksamkeitsfokus auf eine andere Karte bzw. eine andere Struktur gelegt wird. Indirekte Bezüge können auch über Sequenzgrenzen hinweg auftreten. Auf der linken Seite werden die finalen Strukturen aufgeführt, die sich im Laufe der Sequenz gebildet haben. Sie sind wichtig, um in der Analyse einen Bezug zu den Inhalten, über die kommuniziert wird, zu erhalten. Außerdem stellen sie gemeinsame, strukturelle Einigungen, die innerhalb der Gruppen beschlossen wurden und an denen in der Folge zumeist weitergearbeitet wird, dar.

4.2.4.5 Ergänzende Analyseschwerpunkte der Videoanalyse

In Bezug auf das forschungsleitende, theoretische Aussagensystem (vgl. Kap. 2.3) sind weitere Analysen des Videomaterials erforderlich. Es stellen sich die Fragen, inwiefern Bezüge zur anfangs gestellten Leitfrage im Arbeitsprozess auftreten, inwieweit Scaffolding-Angebote genutzt werden, welche Probleme während des Arbeitsprozesses auftauchen und welche Anzeichen für Über-/Unterforderung auffällig sind. Zur Beantwortung dieser Fragen wurden passende Videostellen aufgespürt, mittels Memo markiert, transkribiert und schließlich interpretiert. Für die Interpretation wurden die zuvor gewonnenen Erkenntnisse der Videoanalyse-schritte miteinbezogen. Ein Beispiel soll die Vorgehensweise verdeutlichen: Ein Scaffolding-Angebot war die vorangegangene Festlegung von Rollen innerhalb der Kleingruppen (Zeitwächter*in und Gruppenchef*in). Zur Analyse wurden alle Stellen untersucht, welche sich auf eine der beiden Rollen beziehen, z. B. indem gesagt wird, wie viel Zeit noch zur Verfügung steht. Wenn eine Gruppe häufig über die zu verbleibende Zeit spricht und sie letztendlich die Zeitvorgaben erfüllen, kann geschlussfolgert werden, dass das Zeitmanagement als ressourcenbezogene Strategie erfolgreich angewandt wurde.

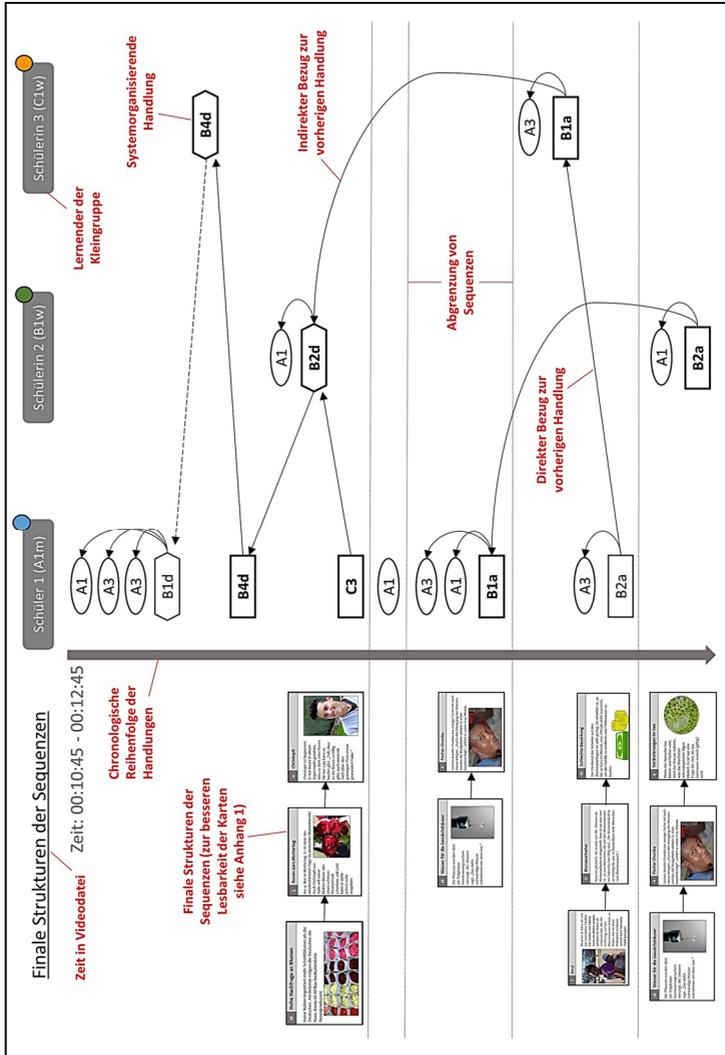


Abb. 25 | Graphische Darstellung einer stark ko-konstruktiven Handlungsfolge der Gruppe G01 mit Erläuterungen (rot); **Art der Handlung**: durchgezogener Pfeil: Legehandlung mit Bezug zu einer vorherigen Handlung, gestrichelter Pfeil: Zeigehandlung mit Bezug zu einer vorherigen Handlung, A1/B1a usw.: systemorganisierende Handlung nach Kategoriensystem, fett: Handlung wird vom Lernenden ausgeführt und erläutert, Reaktion auf die ausgeführte Handlung: oval: keine Reaktion, rechteckig: Zustimmung, sechseckig: Widerspruch)

5. Ergebnisse der Fallstudie

5.1 Fallauswahl anhand der Analyse der Concept Maps

Zentrale Aufgabe bei der Durchführung einer Fallstudie ist die Auswahl von geeigneten Fällen. YIN (2018, S. 49) unterteilt diese in kritische, extreme/einzigartige, repräsentative, aufschlussreiche sowie über einen längeren Zeitraum betrachtete Fälle, die je nach Forschungsvorhaben selektiert und festgesetzt werden müssen. Falls nach der Formulierung der Forschungsfrage und dem Aufstellen eines theoretischen Aussagensystems die Auswahl geeigneter Fälle noch unzureichend geklärt ist, sollte eine größere Anzahl an Fällen untersucht werden, die im Laufe des Forschungsprozesses auf relevante Fälle reduziert werden (YIN 2018). Beim vorliegenden Forschungsprojekt wurden multiple Daten von insgesamt zehn Fällen erhoben, die in der Folge nach ausgewählten Kriterien spezifiziert wurden. Dabei waren zwei Datensätze von besonderer Bedeutung: die erreichte Punktzahl im Systemkompetenztest und der Strukturindex aus den Concept Maps. Anhand des Systemkompetenztests wurden vor der Durchführung der Studie acht leistungshomogene (in drei Niveaustufen) und zwei leistungsheterogene Untersuchungsgruppen gebildet, um eine möglichst hohe Varianz an kollaborativem Lernverhalten herbeizuführen. Der Strukturindex bietet als Maß der strukturellen Komplexität von Concept Maps (vgl. Kap. 4.2.2) einen entscheidenden Indikator für das Systemkompetenzniveau innerhalb der Unterrichtseinheit (MEHREN ET AL. 2016; MEHREN ET AL. 2017). Aus der Verbindung dieser beiden Variablen – der testbezogenen und der angewandten Systemkompetenz – können relevante Fälle bestimmt werden, die nachfolgend detaillierter betrachtet werden.

In Abb. 26 ist der Strukturindex aus den Concept Maps in Abhängigkeit von der durchschnittlich erreichten Punktzahl der Kleingruppen im Systemkompetenztest dargestellt. Anhand der Trendlinie kann die allgemeine Schlussfolgerung abgeleitet werden: Je höher die Punktzahl im Systemkompetenztest, umso höher ist auch der Strukturindex. Dies bedeutet, dass Gruppen mit höherer Systemkompetenz Concept Maps mit komplexeren Strukturen und Gruppen mit niedrigerer Systemkompetenz Concept Maps mit einfacheren Strukturen erstellt haben. Es wird deutlich, dass die Gruppen G01 und G09 die beiden extremsten Fälle bilden. Aus diesem Grund wurden sie auch als Fall 1 und Fall 2 für eine genauere Betrachtung ausgewählt. Die anderen Gruppen bilden kleine Untergruppierungen, wobei sich vier weitere Gruppen entlang der Trendlinie befinden (G02, G03, G04, G06), zwei Gruppen trotz mittlerer Systemkompetenz im Vortest einen niedrigen Strukturindex erreicht haben (G05, G07) und zwei Gruppen bei mittlerer Systemkompetenz im Vortest einen höheren Strukturindex erreicht haben (G08, G10). Letztere repräsentieren die beiden leistungsheterogenen Lerngruppen, wobei die Darstel-

lungsweise der durchschnittlichen Punktzahlen im Systemkompetenztest aufgrund der größeren interindividuellen Abweichungen die Ergebnisse ein wenig verzerren könnte. Für die weitere Fallauswahl wurden die Gruppen G06 und G08 ausgewählt, da diese einen ähnlichen Strukturindex erreichen konnten, jedoch wird vermutet, dass sie aufgrund ihrer unterschiedlichen Gruppenzusammensetzung verschiedene Handlungsmuster offenbaren. In Kontrast zu den Gruppen G01 und G09 repräsentieren sie darüber hinaus das mittlere Systemkompetenzniveau. Die Gruppen G05 und G07 würden ebenfalls interessante Fälle darstellen, vor allem in einem Intergruppenvergleich mit G06 aufgrund der ähnlichen Punktzahl im Systemkompetenztest und der unterschiedlichen Strukturindizes, jedoch wurde sich aufgrund des hohen Arbeits- und Zeitaufwandes, der mit der Durchführung multipler Fallstudien verbunden ist (YIN 2018), auf die vier beschriebenen Fälle beschränkt.

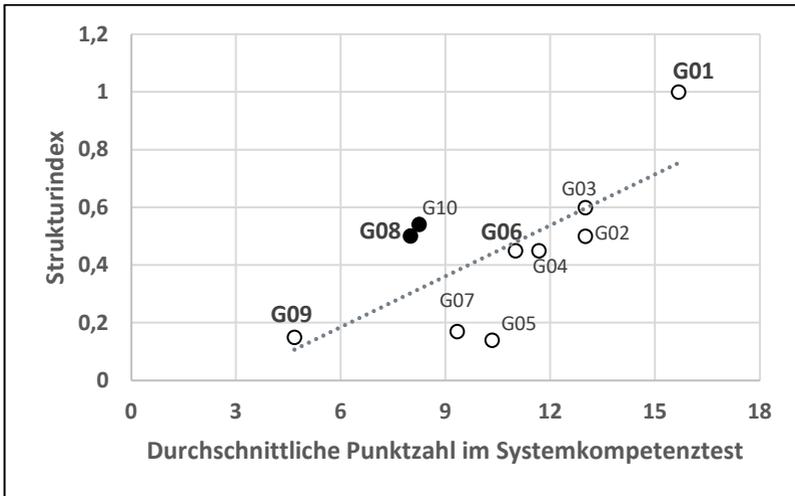


Abb. 26 | Darstellung des Strukturindex aller Kleingruppen in Abhängigkeit von der durchschnittlich erreichten Punktzahl im Systemkompetenztest (weiße Kreise: leistungshomogene Kleingruppen, schwarze Kreise: leistungsheterogene Kleingruppen, fett gedruckt: ausgewählte Fälle, gestrichelte Linie: Trendlinie)

5.2 Ergebnisse der Cross-Case-Analyse

Nach der begründeten Fallauswahl im vorangegangenen Kapitel werden im Folgenden die ersten Ergebnisse der Cross-Case-Analyse illustriert. Dabei werden die allgemeinen Personenmerkmale der Gruppenmitglieder, die Resultate aus den Systemkompetenztests, die Ergebnisse der strukturellen und inhaltlichen Analyse

der Concept Maps sowie den schriftlichen Antwortsätzen als Fallvergleiche gegenübergestellt und erste Zusammenhänge dargelegt. Die Reihenfolge in den Darstellungen (1. G01, 2. G09, 3. G06, 4. G08) wird bewusst gewählt, um die prägnanten Intergruppen-Differenzen zwischen G01/G09 (Systemkompetenzniveau) und G06/G08 (Gruppenzusammensetzung) deutlicher zu visualisieren. Die dargestellten Ergebnisse aus diesem Kapitel bilden die Grundlage für das nachfolgende Kapitel, in dem detailliertere, lernprozessbezogene Handlungsmuster anhand der Videoanalyse ermittelt und interkurrente Begründungszusammenhänge offenbart werden. Die Diskussion und Interpretation der Ergebnisse mit einem Rückbezug auf das theoretische Aussagensystem (Kap. 2.3) erfolgt in Kapitel 6.

Tab. 13 | Übersicht zu den Personenmerkmalen, dem Systemkompetenzniveau nach dem Kompetenztest und der Einordnung der Gruppen anhand ihres Fallmerkmals

	Schüler*in	Geschlecht	Alter	Note Geo	Note De	Niveau (Kompetenztest)	Fallmerkmal
G01	A1m	m	15	2	2	3	leistungshomogene Gruppe mit hohem Systemkompetenzniveau
	B1w	w	14	3	3	3	
	C1w	w	14	2	2	3	
G09	A9w	w	15	4	3	1	leistungshomogene Gruppe mit niedrigem Systemkompetenzniveau
	B9w	w	14	3	3	1	
	C9m	m	15	3	3	1	
G06	A6m	m	15	2	3	2	leistungshomogene Gruppe mit mittlerem Systemkompetenzniveau
	B6w	w	15	1	1	2	
	C6m	m	15	3	3	2	
G08	A8m	m	15	2	2	3	leistungsheterogene Gruppe mit diversem Systemkompetenzniveau
	B8m	m	14	2	4	2	
	C8w	w	15	3	2	1	

In Tab. 13 sind die Gruppenzusammensetzungen sowie deren personenspezifische Charakteristika abgebildet. Es wird ersichtlich, dass jede Untersuchungsgruppe aus männlichen und weiblichen Proband*innen besteht, um hinsichtlich der Geschlechterzusammensetzung ähnliche Ausgangsbedingungen zu schaffen. Da die Untersuchung in einer 9. Klasse stattfand, ist auch der Altersfaktor über die Gruppen hinweg als stabil anzusehen. Anhand des Niveaus aus dem Systemkompetenztest wurde die Gruppeneinteilung bereits vor der Arbeitsphase festgesetzt. Es lässt sich erkennen, dass die untersuchten Fälle aus drei leistungshomogenen Gruppen

mit hohem, mittlerem und niedrigem Systemkompetenzniveau sowie einer leistungsheterogenen Gruppe gebildet wurden. Damit repräsentiert jede Gruppe einen individuellen Fall, der sich bezüglich seines Fallmerkmals von den anderen Fällen unterscheidet. Die Halbjahresnoten der Fächer Geographie und Deutsch variieren jeweils zwischen den Noten „1“ und „4“, wobei ein eindeutiger Zusammenhang zum Systemkompetenzniveau aus dem Vortest, vor allem zum Fach Geographie, nicht erkennbar ist.

Ergebnisse aus den Concept Maps

Der Strukturindex und der Vernetzungsindex geben Aufschluss über die strukturelle Komplexität der Concept Maps und gelten als wichtige Indikatoren für die Bestimmung des systemischen Verständnisses von Schüler*innen (vgl. Kap. 4.2.2). In Abb. 27 ist ersichtlich, dass G01 die höchsten Werte im Strukturindex (1,0) und Vernetzungsindex (2,8) erreicht hat. Demgegenüber weist G09 die niedrigsten Werte auf (0,15; 1,08). G06 und G08 haben jeweils mittlere Werte erzielt, wobei G08 einen höheren Strukturindex als G06 (0,5 im Vergleich zu 0,45) und G06 einen höheren Vernetzungsindex als G08 (2,0 im Vergleich zu 1,56) erreicht hat. Als Vergleichsmaßstab können die Werte der Expert*innen einbezogen werden. Sie erlangten im Durchschnitt einen Strukturindex von 1,45 und einen Vernetzungsindex von 3,76.

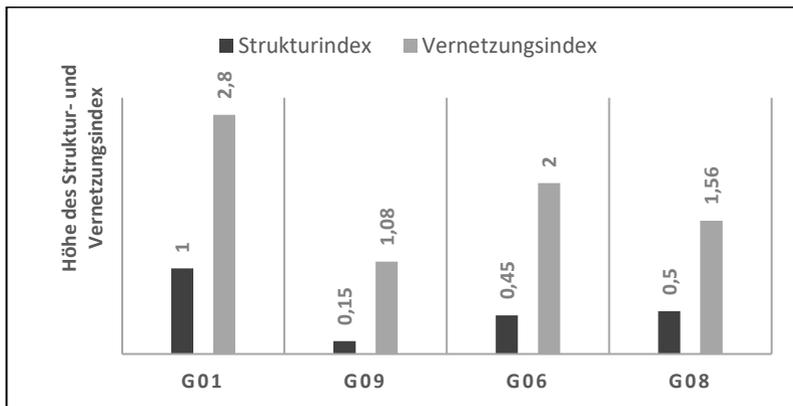


Abb. 27 | Der erreichte Struktur- und Vernetzungsindex in den Concept Maps pro Gruppe

Ähnliche Ergebnisse offenbart die Analyse der wichtigsten Relationen in den Concept Maps (Abb. 28). Gruppe G01 konnte zehn der 20 wichtigsten Relationen zwischen den Karten finden und sinnvoll miteinander verknüpfen. G09 hingegen

konnte lediglich zwei Relationen ermitteln. Die Gruppen G06 und G08 erzielten gleiche Ergebnisse, indem sie sechs der 20 wichtigsten Relationen erkannten.

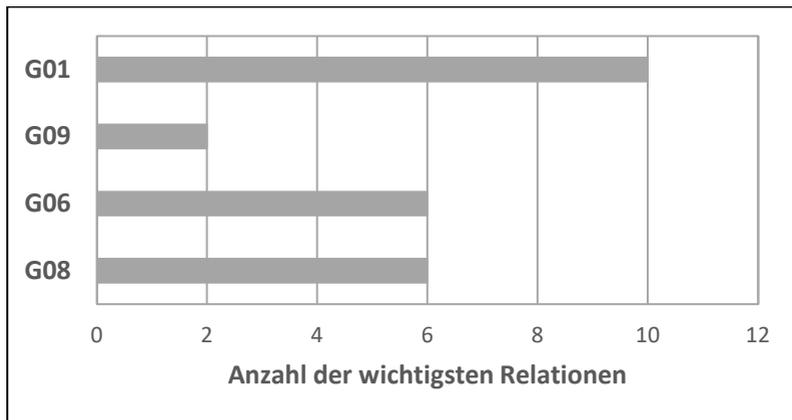


Abb. 28 | Anzahl der gefundenen Relationen in den Concept Maps im Vergleich zur Referenz-Map. *Anmerkung:* Die Referenz-Map wurde auf Basis der 20 häufigsten Relationen der individuellen Expert*innen-Maps erstellt.

Zur genaueren Analyse der Fähigkeit, eine Systemgrenze zu ziehen (vgl. Kap. 2.1.4), wurden jene Karten, die von den Untersuchungsgruppen während des Arbeitsprozesses aussortiert und somit als irrelevant für die Beantwortung der Leitfrage eingestuft wurden, in den Fokus gerückt und mit den Expert*innen-Map verglichen (Tab. 14). Die allgemeine Analyse zeigt, dass G01 und G06 alle 20 zur Verfügung gestellten Karten in die Concept Map integriert haben. Daraus kann geschlossen werden, dass beide Gruppen alle Karten als relevant zur Beantwortung der Leitfrage erachteten. Im Gegensatz dazu haben G08 zwei und G09 sogar sieben Karten aussortiert. Die genauere Analyse zeigt, dass G09 dabei eine Karte (Karte 7) aussortiert hat, welche ebenfalls von den Expert*innen als eher unwichtig eingestuft wurde. Die nach Expert*innenmeinung wichtigste Karte des Systems (Karte 4) wurde von allen vier Gruppen als eine der drei wichtigsten Karten deklariert. Außer der Gruppe G09 haben alle drei anderen Gruppen eine weitere Karte als sehr wichtig angesehen, welche auch von den Expert*innen ausgewählt wurde.

Tab. 14 | Die aussortierten bzw. wichtigsten Karten der Kleingruppen in Bezug zur Anzahl aller vorgegebenen Karten sowie den unwichtigsten/wichtigsten Karten nach den Expert*innen-Maps

Anzahl der vorgegebenen Karten	Aussortierte Karten in den Kleingruppen			
	G01	G09	G06	G08
20	0	7	0	2
Unwichtigste Karten nach Expert*innen-Maps (in absteigender Reihenfolge)	Aussortierte Karten in den Kleingruppen			
	G01	G09	G06	G08
Karte 19	-	-	-	-
Karte 14	-	-	-	-
Karte 7	-	✓	-	-
Karte 10	-	-	-	-
Wichtigste Karten nach Expert*innen-Maps (in absteigender Reihenfolge)	Wichtigste Karten in den Kleingruppen			
	G01	G09	G06	G08
Karte 4	✓	✓	✓	✓
Karte 1	✓	-	-	✓
Karte 13	-	-	✓	-
Karte 16	-	-	-	-

Wie in Kap. 4.2.2 erläutert, können statische und dynamische Relationen als Indikatoren für die inhaltliche Qualität und Komplexität von Concept Maps genutzt werden. Dabei gilt der Grundsatz: Je höher das Systemkompetenzniveau, umso mehr dynamische Relationen werden verwendet. In Tab. 15 wird zunächst aufgezeigt, wie viele Relationen von den einzelnen Gruppen gefunden wurden und wie hoch der Anteil der gültigen und ungültigen Relationen ist. Die Bewertung der Relationen, auch die Einteilung in dynamische und statische Relationen, wurde konsensuell und durch ein Interrating validiert.

Tab. 15 | Übersicht zu der inhaltlichen Qualität der Relationen in den Schüler*innen-Maps. *Anmerkung:* Zur differenzierteren Analyse des Niveaus der Relationen wurden für den Punktescore die statischen Relationen einfach und die dynamischen Relationen zweifach gewertet (vgl. Kap. 4.2.2).

	G01	G09	G06	G08
ungültige Relationen	4	6	4	7
gültige Relationen	28	7	20	14
gesamt	32	13	24	21
statische Relationen	21	4	9	9
dynamische Relationen	7	3	11	5
Punktescore	35	10	31	19

Die Gruppe G01 hat die höchste Anzahl an Relationen von allen Untersuchungsgruppen entdeckt (32), wobei der größte Teil (28) als gültig erklärt wurde. G09 hat lediglich 13 Relationen ermittelt, wobei sieben als gültig und sechs als ungültig deklariert wurden. Die Gruppen G06 und G08 erzielten einander ähnliche Ergebnisse bei der Gesamtanzahl an gefundenen Relationen (24 und 21), jedoch ist der Anteil der gültigen Relationen bei G06 höher (20 von 24 im Vergleich zu 14 von 21). Im nächsten Analyseschritt wurden die gültigen Relationen in statische und dynamische Relationen unterteilt. Es zeigt sich, dass G06 die höchste Anzahl an dynamischen Relationen bestimmt hat (11), gefolgt von G01 (7), G08 (5) und G09 (3). Statische Relationen wurden jedoch am häufigsten von G01 erkannt (21). Aufgrund der hohen Anzahl an statischen Relationen verfügt G01 über den höchsten Punktescore (35). G06 erlangt aufgrund ihres hohen Anteils dynamischer Relationen einen Punktescore von 31 und befindet sich damit nur knapp hinter G01. Die Gruppen G09 und G08 erringen Punktescores mit lediglich zehn bzw. 19 Punkten.

Ergebnisse aus den schriftlichen Antwortsätzen

Im Anschluss an die Arbeitsphase und der Erstellung der Concept Map bestand die Aufgabe der Lernenden darin, eine Antwort auf die vorangestellte Problemfrage in schriftlichen Sätzen zu formulieren (Kap. 4.2.3). Zur Messung des Systemverständnisses, welches sich die Schüler*innen während der Arbeit mit den Mystery-Karten erarbeitet haben, werden die Antwortsätze bestimmten Komplexitätsniveaus zugeordnet. Tab. 16 verdeutlicht, dass die Gruppe G06 das höchstmögliche Niveau erreicht hat, indem zwei oder mehrere verfügbare Informationen verwendet und darüber hinaus zusätzliche Informationen, die nicht im Material enthalten sind, integriert wurden. Die Gruppe G01 erlangte mit einer mehrschichtigen Antwort das Niveau 3, wonach sie mehrere wichtige Informationen, die jedoch zu-

sammenhangslos aufgezählt werden, in einem Antwortsatz darlegen. G08 formuliert eine einfache Antwort, indem eine Information, die zur Beantwortung der Leitfrage wichtig ist, verarbeitet wird. G09 verfasst einen Antwortsatz auf dem untersten Antwortniveau. Demnach geht die Antwort an der Leitfrage vorbei, die Lernenden sind nicht in der Lage, die systemischen Zusammenhänge zu erkennen, zu verarbeiten und auf die Leitfrage zu beziehen.

Tab. 16 | Ergebnisse der schriftlichen Antwortsätzen auf die anfangs gestellte Leitfrage

Gruppen	Antwortniveau nach BIGGS, COLLIS 1982; SCHULER 2012
G01	Mehrschichtige Antwort (Niveau 3)
G09	Unstrukturierte Antwort (Niveau 1)
G06	Ausführliche und abstrakte Antwort (Niveau 5)
G08	Einfache Antwort (Niveau 2)

Zwischenfazit und erste Erklärungsansätze

Die Cross-Case-Analyse zeigt, dass die Gruppe G01, vor allem bei den Ergebnissen aus den Concept Maps, häufig die Bestwerte erreicht. Sie weisen den höchsten Struktur- und Vernetzungsindex, die höchste Anzahl an den wichtigsten Relationen sowie den höchsten Punktescore bei der Zusammenfassung der statischen und dynamischen Relationen auf. Bei der abschließenden Formulierung des Antwortsatzes konnten sie dagegen nur Niveau 3 erreichen, was z. B. aufgrund von geringerer Kollaboration, mangelnder Fähigkeit zur Verarbeitung systemischer Zusammenhänge oder geringer Fähigkeit zur Systemgrenzziehung bzw. Komplexitätsreduktion auftreten könnte. Darüber hinaus haben sie im Vergleich zu G06 eine geringere Anzahl dynamischer Relationen gefunden, was dafür spricht, dass sie vorrangig die strukturellen Beziehungen zwischen den Systemelementen analysiert haben und weniger die prozessualen und funktionalen. Eine weitere Erkenntnis ist, dass G01 alle verfügbaren Karten integriert und keine aussortiert hat. Dies könnte einerseits bedeuten, dass sie ein hohes Maß an Systemkompetenz zeigen, weil sie in der Lage sind, alle Informationen miteinander zu verknüpfen. Andererseits könnte es jedoch auch bedeuten, dass sie nicht in der Lage sind, die Komplexität des Systems so zu reduzieren, dass lediglich die relevanten Informationen zur Beantwortung der Leitfrage genutzt werden.

Die Gruppe G09 erzielte sowohl bei den Ergebnissen aus den Concept Maps als auch bei den schriftlichen Antwortsätzen die niedrigsten Werte. Es wird vermutet, dass diese Ergebnisse einerseits auf die mangelnde Fähigkeit zur Systemorganisa-

tion zurückzuführen sind und andererseits sich die Gruppe aufgrund der kalkulierten Leistungshomogenität nicht in die Lage bringen konnte, ein komplexes Systemverständnis zu entwickeln.

Die Gruppe G06 konnte bei den Concept Maps eher mittlere Werte erlangen, jedoch zeigt das Auffinden der höchsten Anzahl an dynamischen Relationen, dass eine hohe inhaltliche Komplexität vorhanden ist. Inwiefern diese nicht umgesetzt werden konnte, um einen höheren Struktur- und Vernetzungsindex zu erreichen sowie eine höhere Anzahl an den wichtigsten Relationen zu finden, gibt Anlass für eine genauere Untersuchung der stattfindenden Handlungsprozesse. Darüber hinaus konnte G06 das höchste Niveau bei den schriftlichen Antworten erzielen, was wiederum dafür spricht, dass sie die systemischen Zusammenhänge durchdrungen haben und auf die Leitfrage übertragen konnten.

Die Gruppe G08 hat, ähnlich wie G06, eher mittlere Werte bei der Auswertung der Concept Maps erreicht, jedoch haben sie im Gegensatz zu G06 sowohl weniger dynamische Relationen entdeckt als auch ein geringeres Niveau in den schriftlichen Antwortsätzen offenbart. Allerdings hat G08 zwei Karten aussortiert, was für die Fähigkeit einer gezielten Systemabgrenzung spricht. Diese wurde höchstwahrscheinlich innerhalb der Gruppe entschieden und somit durch Diskussionsprozesse initiiert, die es in der Folge näher zu betrachten gilt.

Jene ersten Erkenntnisse wurden vornehmlich auf der Basis quantitativer Analysemethoden generiert. Um die vermuteten Erklärungsmuster genauer zu beleuchten sowie weitere Erkenntnisse hinsichtlich des theoretischen Aussagensystems hervorzubringen, wird bei der nachfolgenden Videoanalyse ein eher qualitativer Analysefokus gelegt.

5.3 Within-Case-Videoanalysen

Innerhalb der Cross-Case-Analyse konnten erste Erkenntnisse und Erklärungsmuster auf Basis der Concept-Map-Analyse sowie der Auswertung der schriftlichen Antwortsätze abgeleitet werden. Durch die detailliertere Analyse des videographierten Arbeitsprozesses sollen in der Folge weitere theoretische Annahmen des Aussagensystems sowie die offenen Fragen, welche durch die Cross-Case-Analyse auftraten, überprüft und erforscht werden (Kap. 5.3.1 bis 5.3.4). Die Darstellung jener fallspezifischen Within-Case-Analysen orientiert sich an dem methodischen Vorgehen aus Kap. 4.2.4. Auf der Makroebene findet je Untersuchungsgruppe zunächst eine deskriptive Analyse des Arbeitsprozesses mithilfe der Segmentierungsanalyse statt, welche die zeitliche und inhaltliche Abfolge des Systemorganisationsprozesses sowie gruppenspezifische Handlungsstrategien ergründet. Auf

der Mikroebene werden ferner die systemorganisierenden Handlungen sequenziell untersucht und kollaborative Handlungsmuster bestimmt. Darüber hinaus werden Bezüge zur anfangs gestellten Leitfrage innerhalb des Arbeitsprozesses, die Nutzung von Scaffolding-Angeboten, auftretende Schwierigkeiten während der Bearbeitung sowie Hinweise auf Über- oder Unterforderung anhand transkribierter Textausschnitte aufgezeigt.

5.3.1 Fall 1: Gruppe G01 (leistungshomogen, hohes Systemkompetenzniveau)

Die Gruppe G01 besteht aus den Schüler*innen *A1m* (männlich, 15 Jahre alt), *B1w* (weiblich, 14 Jahre alt) und *C1w* (weiblich, 14 Jahre alt). Im Systemkompetenztest erreichten alle drei Lernenden die höchste Niveaustufe (Niveau III). Darüber hinaus haben sie den höchsten Strukturindex aller Untersuchungsgruppen mit ihrer Concept Map erzielt. G01 gilt daher als Fallbeispiel für eine leistungshomogene Lerngruppe mit hohem Kompetenzniveau.

Deskriptive Analyse des Arbeitsprozesses der Gruppe G01

Anhand der Segmentierungsanalyse lässt sich feststellen, dass die Gruppe G01 alle theoretischen Phasen des Arbeitsprozesses – außer der Setting Stage – durchlaufen hat (Abb. 29). Der Systemorganisationsprozess umfasst eine Display Stage, Sequencing Stage, Webbing Stage, Reworking Stage, Abstract Stage sowie zweimaliges Einzeichnen bzw. Beschriften der Pfeile und dauert insgesamt 41:28 Minuten. Zwischen den einzelnen Phasen kommt es teilweise zu kurzen Unterbrechungen, die in erster Linie zur Organisation und Überwachung des Arbeitsprozesses genutzt werden. Darüber hinaus ist ersichtlich, dass sich einzelne Phasen überschneiden. Beispielsweise verläuft die Sequencing Stage parallel zur Display Stage, da die Lernenden in der Lage sind, erste Verknüpfungen und lineare Ketten bereits während des Kennenlernens der Karten herzustellen. Mit diesem Schritt überspringen sie die Setting Stage, in welcher die Karten zunächst verschiedenen Kategorienstapel zugeordnet werden. Dies könnte auf ein hohes kognitives Niveau schließen oder aber auf eine unzureichende Planung des Arbeitsprozesses, da sie bereits Einzelkartenverbindungen herstellen, ohne die Gesamtheit an Informationen des Systems zu kennen. Im Anschluss an die Sequencing Stage beginnt die Webbing Stage, indem die linearen Ketten divergent und konvergent verzweigt werden, bis zur Integration aller 20 verfügbaren Karten. Eine weitere Auffälligkeit ist das Auffinden einer Reworking Stage sowie einer Abstract Stage, welche in den Studien von LEAT, NICHOLS (1999, 2000a, 2000b) ausschließlich in Gruppen mit hohem Leistungsniveau auftraten. In der Reworking Stage werden die divergent und konvergent verzweigten Teilnetze neu sortiert und in eine komplexe Gesamtnetzstruktur gebracht. Erst im Anschluss an dieses finale Netz werden die Karten mit Pfeilen und Beschriftungen verbunden.

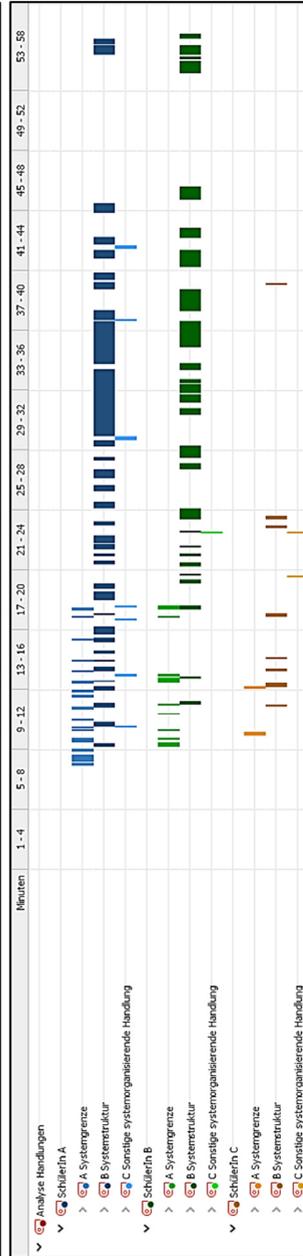
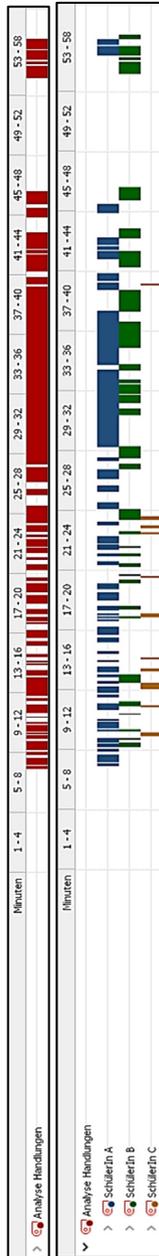
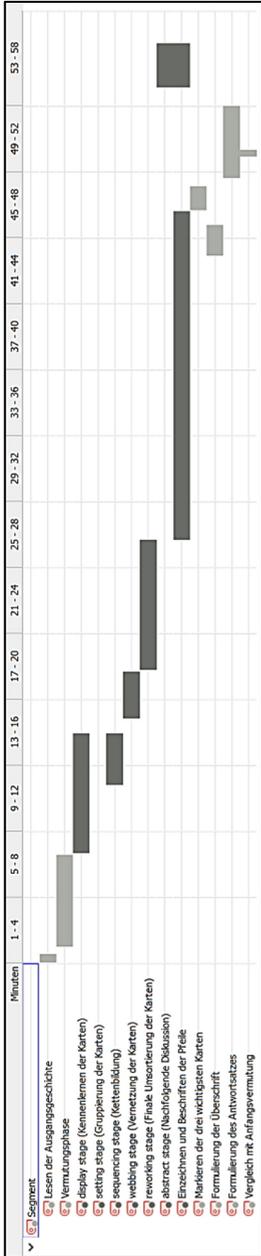


Abb. 29 | auf Seite 129 | 1. v. l.: Segmentierung des Arbeitsprozesses der Gruppe G01 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation); 2.-4. v. l.: Summierte Codelines der Gruppe G01 (2. v. l.: alle Handlungen summiert; 3. v. l.: alle Handlungen pro Schüler*in summiert; 4. v. l.: alle Handlungen pro Handlungsdimension summiert)

Nach Abschluss der Teilphasen, die nicht zum Systemorganisationsprozess gehören, wie z. B. Formulieren einer Überschrift oder Formulieren eines schriftlichen Antwortsatzes, kommt es zu einer Phase (Abstract Stage), in welcher die Lernenden weitere Verbindungen erkennen, welche über die bisherigen Informationszusammenhänge hinausgehen. Jene emergenten Strukturen markieren sie wiederum mit Pfeilen.

Analyse der systemorganisierenden Handlungen der Gruppe G01

Im weiteren Schritt der Videoanalyse wurden die systemorganisierenden Handlungen mit den Dimensionen (A) Systemabgrenzende Handlungen, (B) Systemstrukturierende Handlungen und (C) Sonstige systemorganisierende Handlungen pro Schüler*in untersucht. Abb. 29 zeigt die aufsummierten Codings der Gruppe G01. Es ist erkennbar, dass die Lernenden zwischen den Minuten 7 und 46 sowie 54 und 56 eine hohe Dichte systemorganisierender Handlungen aufweisen. Vor allem zwischen den Minuten 27 und 39 finden durchgängig Handlungen statt. Während der Arbeitszeit wurden von der Untersuchungsgruppe insgesamt 134 systemorganisierende Handlungen ausgeführt. Die Anteile der einzelnen Lernenden differieren dabei sehr stark. Eine hohe Dominanz geht vom Schüler A1m aus, denn er beteiligt sich fast durchgängig während der beiden Gruppenarbeitsphasen und besitzt den größten Anteil systemorganisierender Handlungen (79 Codings), in erster Linie auf systemstrukturierender Ebene. Im Gegensatz dazu beteiligt sich Schülerin C1w kaum (13 Codings) und fast ausschließlich am Anfang des Arbeitsprozesses. Schülerin B1w arbeitet während der beiden Gruppenarbeitszeitphasen durchgängig mit und handelt insbesondere auf systemstrukturierender Ebene, jedoch ist die Häufigkeit etwas geringer als bei A1m (55 Codings). Die Codelines zeigen, dass alle drei Gruppenmitglieder sowohl systemabgrenzende als auch systemstrukturierende Handlungen ausführen.

Wie in Kap. 4.2.4 beschrieben, unterteilen sich die systemabgrenzenden Handlungen in drei Teildimensionen (A1: Aufnehmen, A2: Aussortieren und A3: Wieder aufnehmen einer Karte). Abb. 30 spiegelt die Erkenntnisse der Segmentierungsanalyse wider, wonach die Karten zunächst nacheinander in der Gruppe gelesen und anschließend als wichtig (Kategorie A1) oder unwichtig (Kategorie A2) deklariert wurden. Das Aussortieren von Karten vollzog in erster Linie Schüler A1m sowie einmal Schülerin C1w. Ab Minute 11 wurden Verknüpfungen mit bereits aus-

sortierten Karten hergestellt. Diese wurden in der Folge als wichtige Teile des Systems aufgefasst und wieder aufgenommen. Die Wiederaufnahme dieser Karten erfolgte fast ausschließlich durch A1m. Die Gruppe G01 führte insgesamt 32 systemabgrenzende Handlungen durch (A1: 15, A2: 8, A3: 9). Die Phase der Systemabgrenzung wurde in Minute 18 mit der Feststellung abgeschlossen, dass alle 20 verfügbaren Karten wichtig sind bzw. miteinander verbunden werden können. Keine der vorliegenden Kärtchen wurde nachträglich wieder aussortiert.

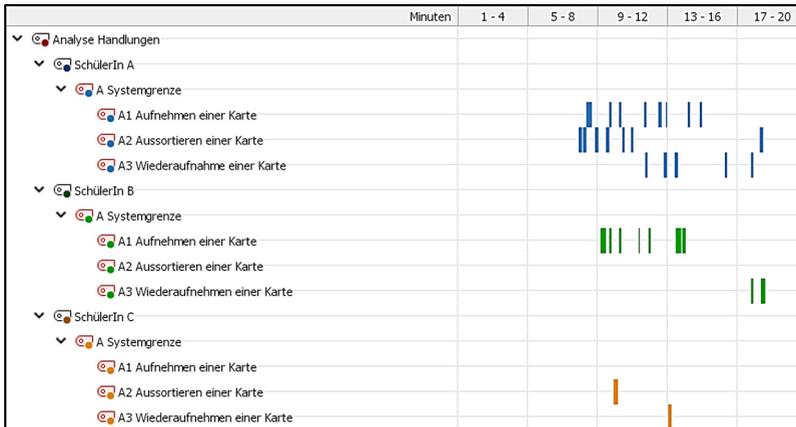


Abb. 30 | Codelines der Gruppe G01 zur Dimension A (Systemabgrenzende Handlungen)

Hinsichtlich der Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) wurden insgesamt 85 Handlungen ausgeführt (Tab. 17). Die beiden vordergründigen Handlungen der Gruppe G01 waren das Verknüpfen zweier Karten miteinander (Kategorie B1a) und das Verlängern einer linearen Kette (B2d). Darüber hinaus wurden sowohl zwei verknüpfte Karten als auch divergente/konvergente Strukturen häufiger verlängert (13 und zwölf Handlungen). Das höchste Maß an Vernetzungsart (B4: Umtauschen) wurde viermal durch das Umtauschen von Karten innerhalb von linearen Ketten vollzogen. Das Verknüpfen von Kreisläufen (Bf) als höchste Niveaustufe der Relationsart wurde von der Gruppe ebenfalls viermal durchgeführt.

Tab. 17 | Darstellung der codierten Segmente zur Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) der Gruppe G01

		<i>Relationsart</i>					
		zwei Karten (a)	divergente/ konvergente Struktur (b/c)	lineare Kette (d)	Parallelstruktur (e)	Kreislauf (f)	<i>gesamt</i>
<i>Vernetzungsart</i>	Verknüpfen (1)	25	2	2	2	4	35
	Verlängern (2)	13	12	20	0	0	45
	Integrieren (3)	1	0	0	0	0	1
	Umtauschen (4)	0	0	4	0	0	4
	<i>gesamt</i>	39	14	26	2	4	85

Differenzierte Ergebnisse auf Individualebene der Gruppe G01

Obwohl bereits erste Aussagen zu interpersonalen Differenzen innerhalb der Gruppe G01 veranschaulicht wurden, soll nachstehend ein spezifischer Blick auf die Auftretenshäufigkeit und auf das Niveau systemorganisierender Handlungen der einzelnen Schüler*innen A1m, B1w und C1w gerichtet werden. Alle Handlungen pro Schüler*in werden dabei in zeitlicher Abfolge dargestellt, wobei anzumerken ist, dass je breiter ein Coding abgebildet ist, umso länger auch die Handlung andauerte, indem z. B. darüber diskutiert wurde oder von der handelnden Person ausführlich begründet wurde.

Schüler A1m organisiert das System auf vielfältige Weise (Abb. 31). Zu Beginn ist er in der Lage, die Karten nach Wichtigkeit zu sortieren, indem er die Inhalte mit der Leitfrage verknüpft und analysiert, welche der Informationen geeignet bzw. ungeeignet für die Erstellung einer Concept Map ist. Dies zeigt sich in der hohen Anzahl aufnehmender (A1) und aussortierender Handlungen (A2) am Anfang der Systemorganisationsphase. Darüber hinaus ist ersichtlich, dass er bereits in dieser Phase erste Verknüpfungen zwischen den Karten herstellt, denn parallel zur anfänglichen Abgrenzung des Systems zeigen sich eine Verknüpfung von zwei Karten (B1a) und eine Verknüpfung einer linearen Kette (B1d). Ab Minute 11

nimmt er aussortierte Karten wieder auf (A3) und verknüpft sie mit aufgenommenen Karten zu einer Zweierverbindung und zu einer linearen Kette. Im weiteren Verlauf verlängert er diese Strukturen sogar (B2a, B2d), integriert Karten innerhalb einer Zweierverknüpfung (B3a) und tauscht die Reihenfolge innerhalb von linearen Ketten zweimal um (B4d). Diese Handlungen lassen auf ein hohes Systemverständnis und eine hohe Systemkompetenz schließen. Nach Abschluss der Systemabgrenzung bringt er sich mit weiteren Handlungen in die Gruppenarbeit ein. Er verknüpft Karten in allen sechs möglichen Relationsarten miteinander (zwei Karten, divergente/konvergente Strukturen, lineare Kette, Parallelstruktur und Kreislauf) und verlängert einen Großteil davon mehrfach (Zweierverknüpfung, divergente/konvergente Strukturen und lineare Ketten), sodass sich eine komplexe, netzartige Concept Map ergibt. Neben drei unklaren Verknüpfungen (B5) und sechs sonstigen systemorganisierenden Handlungen (C4) ordnet er einmal eine Karte einer Gruppe von Karten zu (C2).

Schülerin B1w beteiligt sich in der Systemabgrenzungsphase (Abb. 32), indem sie mehrere Karten als Teile des Systems identifiziert (A1) und Verknüpfungen, die A1m hergestellt hat, verlängert (B2a, B2d). Dies ist ein Indiz für das kollaborative Arbeiten der Gruppe G01. Am Ende dieser Phase nimmt sie zwei bereits aussortierte Karten wieder auf (A3) und verlängert mit einer dieser Karten eine lineare Kette (B2d), was für eine hohe Systemkompetenz spricht, weil sie vorhandene Systemstrukturen verinnerlicht hat und diese mit weiteren Informationen sinnvoll verbinden kann. Im weiteren Verlauf des Systemorganisationsprozesses verknüpft sie mehrmals zwei Karten miteinander (B1a), verknüpft eine Parallelstruktur (B1e) und einen Kreislauf (B1f). Hinsichtlich der Kategorien B1e und B1f zeigt sie damit ein hohes Niveau auf der Ebene der Relationsart. Darüber hinaus verlängert sie mehrere Zweierverknüpfungen (B2a), divergente Strukturen (B2b) sowie lineare Ketten (B2d) und erreicht die höchste Niveaustufe der Vernetzungsart einmal, indem sie die Kartenreihenfolge in einer linearen Kette umtauscht (B4d). Schülerin C1w weist im Gegensatz zu A1m und B1w viel weniger systemorganisierende Handlungen auf (Abb. 33). In der Systemabgrenzungsphase sortiert sie lediglich einmal eine Karte aus (A2) und nimmt einmal eine aussortierte Karte wieder auf (A3), jedoch verknüpft sie letztere direkt mit einer anderen Karte (B1a). Im Anschluss verknüpft sie zweimal zwei Karten miteinander (B1a), verlängert eine Zweierverbindung (B2a) und eine lineare Kette (B2e) und tauscht die Reihenfolge der Karten in einer linearen Kette um (B4d). Mit der letztgenannten Handlung haben alle Mitglieder der Gruppe G01 mindestens einmal das höchste Niveau hinsichtlich der Vernetzungsart erreicht. Im zweiten Teil der Arbeitsphase beteiligt sie sich nicht mehr mit konstruktiven Handlungen, sondern überlässt die Systemorganisation den anderen beiden Gruppenmitgliedern.

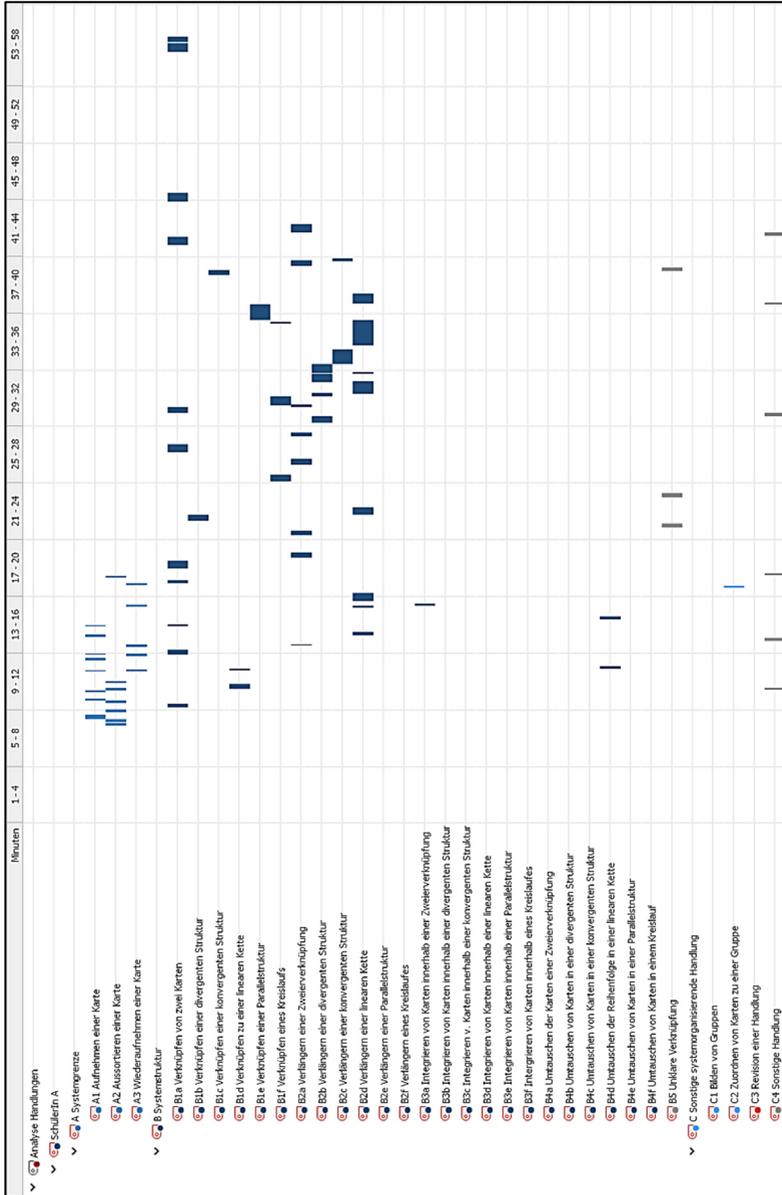


Abb. 31 | Codelines von Schüler A1m

	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	41-44	45-48	49-52	53-58
<ul style="list-style-type: none"> ▼ Analyse Handlungen ▼ Schülerin B <ul style="list-style-type: none"> ▼ A Systemgrenze <ul style="list-style-type: none"> A1 Aufnehmen einer Karte A2 Ausordnen einer Karte A3 Wiederaufnehmen einer Karte ▼ B Systemstruktur <ul style="list-style-type: none"> B1a Verknüpfen von zwei Karten B1b Verknüpfen einer divergenten Struktur B1c Verknüpfen einer konvergenten Struktur B1d Verknüpfen zu einer linearen Kette B1e Verknüpfen einer Parallelstruktur B1f Verknüpfen eines Netzbaus B2a Verlangern einer Zweiverknüpfung B2b Verlangern einer divergenten Struktur B2c Verlangern einer konvergenten Struktur B2d Verlangern einer linearen Kette B2e Verlangern einer Parallelstruktur B2f Verlangern eines Netzbaus B3a Integrieren von Karten innerhalb einer Zweiverknüpfung B3b Integrieren v. Karten innerhalb einer divergenten Struktur B3c Integrieren v. Karten innerhalb einer konvergenten Struktur B3d Integrieren von Karten innerhalb einer linearen Kette B3e Integrieren von Karten innerhalb einer Parallelstruktur B3f Integrieren von Karten innerhalb eines Netzbaus B4a Umtauschen der Karten einer Zweiverknüpfung B4b Umtauschen von Karten in einer divergenten Struktur B4c Umtauschen von Karten in einer konvergenten Struktur B4d Umtauschen der Reihenfolge in einer linearen Kette B4e Umtauschen von Karten in einer Parallelstruktur B4f Umtauschen von Karten in einem Netzbau B5 Unklare Verknüpfung ▼ C Sonstige systemvergleichende Handlung <ul style="list-style-type: none"> C1 Bilden von Gruppen C2 Zuordnen von Karten zu einer Gruppe C3 Revision einer Handlung C4 Sonstige Handlung 														

Abb. 32 | Codelines von Schülerin B1w

Minuten	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	41-44	45-48	49-52	53-56
▼ Analyse Handlungen														
▼ Schülerin C														
▼ A. Systemgenese														
A1.1. Aufnehmen einer Karte														
A2. Ausordnen einer Karte														
A3. Wiederaufnahme einer Karte														
▼ B. Systemstruktur														
B1a. Verknüpfen von zwei Karten														
B1b. Verknüpfen einer divergenten Struktur														
B1c. Verknüpfen einer konvergenten Struktur														
B1d. Verknüpfen zu einer linearen Kette														
B1e. Verknüpfen einer Parallelstruktur														
B1f. Verknüpfen eines Kreislaufs														
B2a. Verknüpfen einer Zweiverknüpfung														
B2b. Verknüpfen einer divergenten Struktur														
B2c. Verknüpfen einer konvergenten Struktur														
B2d. Verknüpfen einer linearen Kette														
B2e. Verknüpfen einer Parallelstruktur														
B2f. Verknüpfen eines Kreislaufs														
B3a. Integrieren von Karten innerhalb einer Zweiverknüpfung														
B3b. Integrieren von Karten innerhalb einer divergenten Struktur														
B3c. Integrieren v. Karten innerhalb einer konvergenten Struktur														
B3d. Integrieren von Karten innerhalb einer linearen Kette														
B3e. Integrieren von Karten innerhalb einer Parallelstruktur														
B3f. Integrieren von Karten innerhalb eines Kreislaufs														
B4a. Umtauschen der Karten einer Zweiverknüpfung														
B4b. Umtauschen von Karten in einer divergenten Struktur														
B4c. Umtauschen von Karten in einer konvergenten Struktur														
B4d. Umtauschen der Reihenfolge in einer linearen Kette														
B4e. Umtauschen von Karten in einer Parallelstruktur														
B4f. Umtauschen von Karten in einem Kreislauf														
B5. Unlineare Verknüpfung														
▼ C. Sonstige systemorganisierende Handlung														
C1. Bilden von Gruppen														
C2. Zuordnen von Karten zu einer Gruppe														
C3. Revision einer Handlung														
C4. Sonstige Handlung														

Abb. 33 | Codelines von Schülerin C1w

Identifizierung kollaborativer Handlungsmuster und diskursiver Auseinandersetzungen der Gruppe G01

Zur Analyse der kollaborativen Handlungsweisen wurde der Videoausschnitt zwischen den Minuten 10:45 und 12:45 untersucht, weil er charakteristische Strukturen an Zustimmungen, Widersprüchen und kollaborativen Legehandlungen der Gruppe G01 aufweist (Abb. 34). In dem zweiminütigen Ausschnitt ist zu erkennen, dass alle drei Lernenden im Systemorganisationsprozess involviert sind und sich gegenseitig ergänzen bzw. widersprechen. Schüler A1m bestimmt zunächst drei Karten als Teile des Systems und verknüpft sie anschließend zu einer linearen Kette (B1d). Diese wird jedoch von Schülerin C3w kritisiert mit dem Vorschlag, die Reihenfolge der Karten zu ändern. Als Reaktion darauf widerspricht wiederum A1m und legt die drei Karten in eine dritte mögliche Reihenfolge. Kurz darauf nimmt Schülerin B1w eine weitere Karte in das System auf (A1), stimmt der vorherigen Handlung von A1m zu und verlängert die lineare Kette mit der aufgenommenen Karte (B2d). A1m widerspricht dem Verlängern und revidiert die Handlung, sodass seine entworfene lineare Kette, bestehend aus den Karten $K16 \rightarrow K5 \rightarrow K11$, als finale Struktur der Teilsequenz beibehalten wird. Innerhalb dieser kurzen Teilsequenz treten insgesamt drei Widersprüche auf, die alle erläutert werden, damit sie von den anderen Gruppenmitgliedern nachvollzogen werden können. Demnach weisen alle Lernenden ein hohes Systemverständnis auf und durchblicken die Verbindungen zwischen den Elementen, damit sie in einen diskursiven Austausch treten können.

In den nachfolgenden Teilsequenzen der Abb. 34 sind zwar keine weiteren Widersprüche ersichtlich, dennoch kommt es sowohl zu verbalisierten Zustimmungsen als auch zu ko-konstruktiven Handlungen durch das Verlängern bestehender Zweierverknüpfungen (B2a), die zuvor von anderen Gruppenmitgliedern gebildet wurden (B1w verlängert Zweierverknüpfung von A1m sowie A1m verlängert Zweierverknüpfung von C1w). Auffällig ist, dass die Lernenden nicht nur direkte Reaktionen auf zuvor ausgeführte Handlungen ausführen, sondern auch indirekt reagieren, indem sie bereits zurückliegende Strukturen verlängern. In der Abbildung wird dies durch Pfeile deutlich, die sich über mehrere Teilsequenzen hinweg erstrecken. Es zeigt wiederum, dass die Lernenden Elementverbindungen im Laufe des Systemorganisationsprozesses internalisiert haben und jederzeit darauf zugreifen können, um weitere Informationen zu verknüpfen. Insgesamt tritt in diesem Beispiel eine hohe Dichte systemorganisierender Handlung auf. Die Lernenden handeln auf den Ebenen des Verknüpfens, Verlängerns und Umtauschens mehrerer linearer Ketten, d. h. die Handlungen werden im Laufe der Teilsequenz bezüglich der Vernetzungsart immer komplexer.

Bezüge zur anfangs gestellten Problemfrage im Arbeitsprozess der Gruppe G01

In der Vermutungsphase spricht die Gruppe G01 erstmalig über die Problemfrage bzw. geben sie erste Vorschläge zur Beantwortung dieser:

00:00:59 - 00:01:45

Alm: also wer könnte denn schuld sein?

B1w: hier die klimaerwärmung

Clw: ja

Alm: ja und wer ist dann an der klimaerwärmung schuld?

Clw: die menschen

B1w: die menschen

Alm: welche menschen? nee, ja

B1w: *(lacht)*

Alm: okay äm (-) also äm (-) *((liest sich Aufgabe auf Arbeitsblatt leise durch))* ja dann überlegen wir und du schreibst *((spricht zu Clw))*

B1w: genau

Clw: okay *((nimmt sich das Arbeitsblatt und macht sich bereit zum Schreiben))*

Alm: also ich würde eher so sagen menschen in reichen ländern wo so viel verkehr ist (..) sage ich mal sowas (..) weil ich denke mal in afrika fahren die nicht so viele autos

Clw: ja

Es wird deutlich, dass Alm in erster Linie die Schuldfrage thematisiert, indem er die anderen Gruppenmitglieder durch Fragen zu einer Vermutung zwingen will. Die erste Vermutung von B1w („klimaerwärmung“) reicht ihm nicht aus, denn er will die Schuldfrage personifizieren („menschen“). Im weiteren Verlauf formuliert er seine Vermutung aus und sieht die „menschen in reichen ländern“ als die Schuldigen, weil sie durch hohes Verkehrsaufkommen den Klimawandel verstärken.

In der Display Stage – der Phase des gemeinsamen Kennenlernens der Karten – wird zunächst durch das Bilden verschiedener Stapel in wichtige und unwichtige Karten unterschieden. Als Wertemaßstab wird die Leitfrage indirekt genutzt:

00:07:16 - 00:07:39

((alle S lesen leise K19))

B1w: okay (1.0) das hat jetzt aber nichts mit der ursache zu tun

A1m: doch

B1w: ja?

A1m: na wenn weniger fische sind, vielleicht fresse die fische (--) die vögel

B1w: das stimmt

B1w setzt den Schuldaspekt der Leitfrage mit einer „ursache“ gleich und argumentiert auf inhaltlicher Ebene, dass die Karte 19 nichts mit der Situation Chumbas zu tun hätte. A1m widerspricht, indem er sein Vorwissen einbringt und als Vermutung äußert, dass auch Vögel die Fische gefressen haben könnten. Es wird deutlich, dass die Gruppe G01 zu diesem Zeitpunkt noch kein komplexes Systemverständnis aufgebaut hat, weil sie eine Antwort auf die Leitfrage auf der Basis einer Karte finden wollen. Diese These wird unterstützt, sobald die Lernenden Karte 14 (Naivasha-See) betrachten:

00:09:57 - 00:10:37

B1m: *((deutet auf K14))*
nilpferde fressen fische?

A1m: was?

B1w: <<deutet erneut auf K14> die fressen doch fische oder nicht?>

A1m: pferde?

B1w: [flusspferde]

C1w: [flusspferde]

A1m: ja (10.0) hä?

((S fragen den Lehrer, ob Nilpferde Fische fressen, doch dieser gibt keine Antwort))

B1w: ich hätte gesagt ja (2.0) obwohl? DOCH

C1w: doch warum nicht?

B1w: doch

C1w: ja

Mit der Information, dass im und um den Naivasha-See Flusspferde leben, wird die nächste Verbindung zur Leitfrage hergestellt. Die Gruppe geht davon aus, dass die Flusspferde die ansässigen Fische fressen und es somit zum Fischsterben kommt. Im weiteren Verlauf finden die Lernenden viele Verbindungen zwischen den einzelnen Karten und legen einen verstärkten Fokus auf die Verknüpfung von

Karten, die den Blumenhandel beinhalten. Bis zum Abschluss der Systemorganisationsphase findet sich kein weiterer Hinweis auf einen Bezug zur anfangs gestellten Leitfrage. Erst in der Phase des Markierens der drei wichtigsten Karten wird die Leitfrage wieder thematisiert, allerdings wurde dies auch durch den Arbeitsauftrag vorgegeben. Es zeigt sich, dass die anfängliche Personifizierung der Leitfragenantwort nicht mehr im Fokus steht:

00:43:35 - 00:45:53

- Alm:** markiere drei für euch wichtigsten kärtchen zur
beantwortung/
Blw: der leitfrage/ wer ist schuld an/ ich hätte gesagt
äm
<blumenplantagen markieren hier <deutet auf K1>>
Alm: <blumenplantagen <zeigt auch auf K1>>
Clw: <und das <zeigt auf K4>>
Blw: äm veränderungen im see ja ((zeigt auch auf K4))
hatte ich auch veränderungen im see
Alm: <und christoph <zeigt auf K 11>> weil er kaufen
will
Blw: ja

Die Lernenden legen gemeinschaftlich die „blumenplantagen“, die „veränderungen im see“ und „christoph“ als die Schuldigen von Chumbas Situation fest. Obwohl in der Fülle an Karten weitere Personen vorkommen, die stellvertretend für andere Aspekte stehen, z. B. Mr. Dewere (Karte 2) als Chef einer Blumenplantage, nennen sie die Blumenplantagen und die Veränderungen im See. Die einzige personifizierte Karte ist Karte 11 (Christoph), die der anfänglichen Vermutung der „menschen in reichen ländern“ entspricht.

Bei der Beantwortung der Leitfrage stützt sich Alm auf die drei markierten Karten, indem sie das Grundgerüst des Antwortsatzes bilden sollen. Er setzt die drei Karten in eine kausale Wirkungskette, erläutert den anderen beiden Schülerinnen die Zusammenhänge und zieht dabei zusätzlich die Karte 8 (Tote Fische im See) mit ein:

00:48:00 - 00:48:32

- Alm:** was steht da als aufgabe
Blw: beantworte die leitfrage mithilfe der concept map
(3.0)
aber das ist ja eigentlich durch/
Alm: na wir machen das einfach mit/ ((deutet auf die
drei wichtigsten, markierten Kärtchen))
Blw: wasservergiftung und nicht durch erderwärmung
Alm: na wir machen/ wir können doch einfach/
Blw: einfach mit in vier minuten?

A1m: ja können wir <die drei nutzen <zeigt auf die drei wichtigsten Kärtchen>> weil schuld ist die bevölkerung von reichen ländern ((zeigt auf K11)) und sie wollen rosen von blumenplantagen ((zeigt auf K1)) welche den see verschmutzen ((zeigt auf K4)) dadurch sterben die fische ((zeigt auf K8))

C1w: okay

Nutzung von Scaffolding-Angeboten der Gruppe G01

Vor der Untersuchung sollten innerhalb der Gruppe zwei Rollen verteilt werden, die den Arbeitsprozess steuern: ein/e Zeitwächter*in und ein/e Gruppenchef*in. Die Gruppe G01 nutzt vor allem die Zeitwächterin B1w, um die Arbeitsaufträge fristgerecht zu erledigen und den Arbeitsprozess zu überwachen. Insgesamt informiert sich die Gruppe zehnmal über die verbleibende Zeit und stellt am Ende fest, dass sie sehr gut im Zeitplan lagen und das Zeitmanagement gut funktioniert hat:

00:05:42 - 00:05:55

A1m: ((spricht zu B1w)) zeitmanager wie liegen wir in der zeit?

B1w: also äm dreiundzwanzig minuten

A1m: ham wir noch?

B1w: wir haben jetzt noch/ nee/ wir haben jetzt noch/

A1m: brauchst jetzt nicht rechnen

B1w: ne dreiviertel stunde

A1m: jut

00:50:52 - 00:50:55

B1w: und wir liegen voll im zeitplan (-) noch eine minute

00:52:47 - 00:52:49

B1w: so zeitmanagement hat genau hinjehauen

Der Gruppenchef A1m ist dafür verantwortlich, dass alle geforderten Arbeitsaufträge erfüllt werden. Er nutzt dazu während der gesamten Arbeitszeit das beige-fügte Blatt und hakt die erledigten Aufträge ab. Darüber hinaus holt er beispielsweise die Kärtchen, um mit der Display Stage zu beginnen:

00:06:18 - 00:06:24

B1w: ((zu A1m)) da muss der teammanager vorne karten holen

A1m: ((wendet sich an Untersuchungsleiter)) wir hätten
gern (-) die
kleinen kärtchen

Probleme während des Arbeitsprozesses und Anzeichen für Über-/Unterforderung der Gruppe G01

Während der gesamten Arbeitszeit treten kaum Probleme auf, die sich auf inhaltliche oder formale Aspekte beziehen lassen. In einer Situation ist fehlendes Vorwissen Ausgangspunkt für eine unklare Verknüpfung:

00:17:57 - 00:18:32

A1m: ((legt K3 über K8 und wartet))
<<liest Teile von K3 und K8 vor> malaria (4.0)
tote fische im see>
<<zeigt Verbindung von K8 zu K3> sind ursache
für>
B1w: krankheiten
A1m: aber malaria wird doch eigentlich über m-mücken
übertragen
weiß nicht
aber dort brüten sicher auch irgendwie mücken
B1w: <<liest von K3 ab> hat malaria> ich kenn mich
damit nicht aus

Darüber hinaus beschwert sich A1m, dass die Karten inhaltlich so stark miteinander verbunden sind, dass man „alles mit allem verbinden“ könnte. Dies spricht einerseits dafür, dass er viele Verknüpfungen innerhalb des Systems erkannt hat, andererseits zeigt es, dass seine Fähigkeit zur Komplexitätsreduktion gering ausgeprägt ist, um sich auf die zentralen Verknüpfungen zu beschränken:

A1m: die belastung des sees
man hier könnste alles mit allem verbinden
s-so ein mist hier ((legt K12 wieder zurück))

5.3.2 Fall 2: Gruppe G09 (leistungshomogen, niedriges Systemkompetenzniveau)

Die Gruppe G09 bildet sich aus den Schüler*innen A9w (weiblich, 15 Jahre alt), B9w (weiblich, 14 Jahre alt) und C9m (männlich, 15 Jahre alt). Im Systemkompetenztest erzielten alle drei Lernenden die untere Niveaustufe I. Mit ihrer Concept Map erreichten sie den geringsten Strukturindex aller Untersuchungsgruppen, sodass sie als Fallbeispiel für eine leistungshomogene Lerngruppe mit niedrigem Kompetenzniveau ausgewählt wurde.

Deskriptive Analyse des Arbeitsprozesses der Gruppe G09

Mithilfe der Segmentierungsanalyse ist erkennbar, dass sich der Systemorganisationsprozess bei der Gruppe G09 aus der Display Stage, Setting Stage, Webbing Stage und dem Einzeichnen/Beschriften von Pfeilen zusammensetzt (Abb. 35). Nicht vorhanden sind die Sequencing Stage, Reworking Stage und Abstract Stage, was vor allem bei den beiden letztgenannten Aspekten auf ein eher niedriges Leistungsniveau hinweist (LEAT, NICHOLS 1999, 2000a, 2000b).

Der Systemorganisationsprozess dauert insgesamt 29:53 Minuten und weist vereinzelte Phasenüberschneidungen auf. Die Setting Stage beginnt zur parallel verlaufenden Display Stage, indem die Karten während des Kennenlernens bereits in Kategorienstapel eingeteilt werden. Nach diesen Phasen kommt es zu einer mehrminütigen Unterbrechung. In dieser bemerkt die Gruppe, dass sie die Kategorisierung lediglich auf Basis der Überschriften vollzogen hat, aber die Informationstexte ebenfalls wichtige Hinweise für die Verknüpfung der Karten liefern. Folglich kommt es zu einer zweiten Display Stage, in der nun alle Texte auf den Karten gelesen werden. Ebenfalls parallel verlaufen die Webbing Stage und das Einzeichnen/Beschriften von Pfeilen. Die Lernenden verknüpfen einzelne Karten so miteinander, dass eine Netzstruktur entsteht (Webbing Stage). Dabei denken sie zumeist von Karte zu Karte und halten die gefundene Verknüpfung direkt mit einer Pfeileinzeichnung sowie deren Beschriftung fest. Dabei verlieren sie den Blick auf das Gesamtsystem und die zuvor gestellte Leitfrage. Zwischen und innerhalb der Phasen kommt es mehrmals zur Beschäftigung mit anderen Themen, sodass keine stringente Arbeitsweise zu erkennen ist, vor allem bei C9m. Hinsichtlich der Kollaboration in der Gruppe geht C9m als Hauptakteur hervor, jedoch tritt er sehr dominant auf und lässt gewinnbringende Äußerungen und Meinungen der anderen Gruppenmitglieder nur selten zu.

Analyse der systemorganisierenden Handlungen der Gruppe G09

Anhand der aufsummierten Codings von Gruppe G09 ist ersichtlich, dass die systemorganisierenden Handlungen zwischen den Minuten 10 und 37 diskontinuierlich stattfinden (Abb. 35). Neben längeren Episoden der Systemorganisation (z. B. Minuten 21 bis 27) kommt es teilweise zu Arbeitspausen (z. B. Minuten 13 bis 15). Während der gesamten Arbeitsphase wurden von der Untersuchungsgruppe insgesamt 73 systemorganisierende Handlungen ausgeführt. Dabei variieren die Anteile der Handlungen zwischen den Gruppenmitgliedern immens. Auch hier zeigt sich eine starke Dominanz des Schülers C9m mit insgesamt 39 Codings und überwiegend systemstrukturierenden Handlungen. Er beteiligt sich in allen Teilarbeitsphasen und leitet längere Phasen der Systemorganisation, was anhand der Breite der Codings erkennbar ist. Die Schülerinnen A9w und B9w beteiligen sich zwar ebenfalls während fast aller Teilarbeitsphasen, jedoch in geringerem Umfang als C9m (A9w: 17 Codings; B9w: 17 Codings). Darüber hinaus zeigen die Codelines, dass alle drei Schüler*innen sowohl systemabgrenzende als auch systemstrukturierende Handlungen vollführen.

Bei genauerer Betrachtung der Dimension A wird deutlich (Abb. 36), dass die Gruppe G09 zu zwei Zeitpunkten der Arbeitsphase die Abgrenzung des Systems thematisiert (zwischen den Minuten 16 und 21 sowie 34 und 35). Obwohl die Anzahl der systemabgrenzenden Handlungen insgesamt relativ gering ist (14 Codings), haben sich alle drei Gruppenmitglieder in beiden Teilphasen beteiligt. Es treten nur zwei Handlungen auf, die auf das bewusste Aufnehmen einer Karte in das System schließen lassen. Im Gegensatz dazu kommt es zu acht Handlungen, in denen Karten als nicht systemrelevant eingestuft werden. Anhand der Begründungen für die Aussortierung von Karten wird auf eine Überforderung geschlossen, welche aufgrund der hohen Komplexität durch die Anzahl der Karten und die Informationsfülle entsteht (vgl. Teilabschnitt in diesem Kapitel: „Probleme während des Arbeitsprozesses und Anzeichen für Über-/Unterforderung“). Die dreimalige Wiederaufnahme von Karten hingegen spricht für ein sich steigendes Systemverständnis und die Fähigkeit, Verbindungen zwischen Karteninformationen herzustellen. Alle drei Schüler*innen der Gruppe nehmen bereits aussortierte Karten wieder auf und verknüpfen sie direkt mit anderen Karten.

Abb. 35 | auf Seite 146 | 1. v. l.: Segmentierung des Arbeitsprozesses der Gruppe G09 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation); 2. - 4. v. l.: Summierte Codelines der Gruppe G09 (2. v. l.: alle Handlungen summiert; 3. v. l.: alle Handlungen pro Schüler*in summiert; rechts: alle Handlungen pro Handlungsdimension summiert)

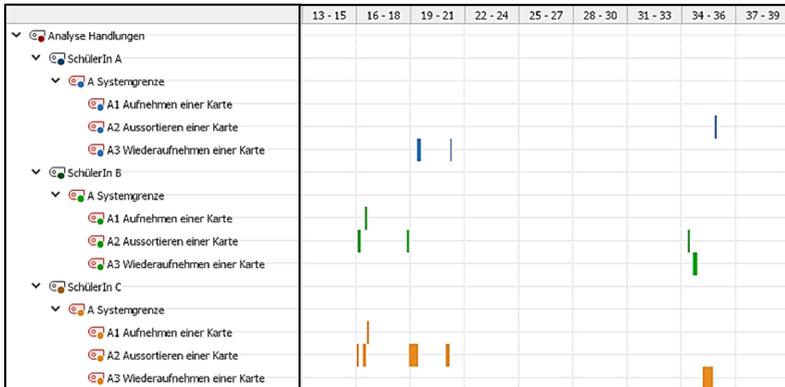


Abb. 36 | Codelines der Gruppe G09 zur Dimension A (Systemabgrenzende Handlungen)

Hinsichtlich der Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) wurden insgesamt 26 Handlungen ausgeführt (Tab. 18). Dies ist ein vergleichsweise geringer Wert. Die vordergründige Handlung der Gruppe G09 ist das Verknüpfen von zwei Karten, welches bezüglich der Relationsart und der Vernetzungsart dem niedrigsten Niveau entspricht. Weiterhin auftretende, systemstrukturierende Handlungen sind das Verlängern von zwei Karten (sechs Codings) und das Verlängern einer linearen Kette (vier Codings). Die Schüler*innen sind nicht in der Lage, Karten in vorhandene Strukturen zu integrieren bzw. die Reihenfolge umzutauschen. Außerdem kommt es zu keinem Zeitpunkt vor, dass sie einen Kreislauf erkennen. Das höchste Niveau der Gruppe erreicht Schülerin A9w mit dem einmaligen Verknüpfen einer Parallelstruktur.

Tab. 18 | Darstellung der codierten Segmente zur Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) der Gruppe G09

		<i>Relationsart</i>					
		zwei Karten (a)	divergente/ konvergente Struktur (b/c)	lineare Kette (d)	Parallelstruktur (e)	Kreislauf (f)	<i>gesamt</i>
<i>Vernetzungsart</i>	Verknüpfen (1)	13	1	0	1	0	15
	Verlängern (2)	6	1	4	0	0	11
	Integrieren (3)	0	0	0	0	0	0
	Umtauschen (4)	0	0	0	0	0	0
	<i>gesamt</i>	19	2	4	1	0	26

Differenzierte Ergebnisse auf Individualebene der Gruppe G09

Schülerin A9w organisiert das System auf verschiedenen Ebenen, jedoch in geringem Umfang. Zu Beginn der Arbeitsphase bildet sie eine Kategoriengruppe (C1) und ist in der Lage, zwei Karten zuzuordnen (C2). Darüber hinaus stellt sie drei Zweierverknüpfungen her (B1a) und verlängert zwei Zweierverbindungen (B2a) sowie zwei lineare Ketten (B2d). Wie bereits erwähnt, erreicht sie mit der Verknüpfung einer Parallelstruktur das höchste Niveau der Gruppe, jedoch schafft auch sie es nicht, einen Kreislauf zu identifizieren bzw. Karten in vorhandene Strukturen zu integrieren oder deren Reihenfolge, wenn nötig, umzutauschen. In Abb. 37 ist außerdem erkennbar, dass Schülerin A9w drei durchgeführte Handlungen der anderen Lernenden revidiert (C3). Sie zeigt damit einerseits die Fähigkeit, Handlungen der anderen Schüler*innen inhaltlich nachzuvollziehen und entsprechend darauf zu reagieren. Andererseits offenbart sie Diskussionsbereitschaft als Teil des kollaborativen Lernens, indem sie Handlungen der anderen hinterfragt und begründet, warum sie mit jener Zuordnung nicht konform geht.

Schülerin B9w organisiert das vorliegende System in geringem Umfang und auf sehr niedrigem Kompetenzniveau (Abb. 38). Obwohl sie zu Beginn der Arbeits-

phase drei Karten zu vorhandenen Kategoriengruppen zuordnet (C2), ist sie hinsichtlich der Systemstruktur ausschließlich in der Lage, zwei Karten miteinander zu verknüpfen (B1a). Damit bleibt sie sowohl bezüglich der Relationsart als auch der Vernetzungsart auf dem niedrigsten Niveau. Darüber hinaus zeigen sich bei Schülerin B9w zwei unklare Verknüpfungen (B5), bei denen sie vermutlich eine Verbindung zwischen den Karten erkennt, diese jedoch sprachlich und inhaltlich nicht darstellen kann, damit die anderen sie verstehen und als relevant für die Systemorganisation einstufen. Bei der Abgrenzung des Systems bringt sie sich jedoch in allen drei Teildimensionen ein. Sie ist die einzige Person der Gruppe, die eine Karte bewusst als systemrelevant bezeichnet (A1). Außerdem sortiert sie drei Karten aus (A2) und nimmt eine bereits aussortierte Karte wieder auf (A3).

Schüler C9m ist, wie bereits erwähnt, der Gruppenteilnehmer mit der höchsten Dominanz in Bezug auf die Anzahl, die Variabilität und das Niveau systemorganisierender Handlungen (Abb. 39). In der ersten Display Stage ist er federführend, indem er mehrere Kategorienstapel bildet (C1) und entsprechende Karten hinzufügt (C2). Auch im weiteren Verlauf zeichnet er sich in erster Linie durch das Verknüpfen von zwei Karten aus (B1a), ist jedoch auch in der Lage, Zweierverknüpfungen sowie lineare Ketten zu verlängern (B2a/B2d). In der Analyse der Codelines ist auffällig, dass Schüler C9m teilweise sehr breite Codings aufweist, was eine intensive Beschäftigung mit der Handlung schlussfolgern lassen könnte, z. B. durch diskursive Auseinandersetzungen mit den anderen Gruppenmitgliedern. Diese kommen jedoch zustande, weil er zunächst eine Verknüpfung oder Verlängerung identifiziert, diese beschreibt und begründet. Anschließend wird sie von den anderen akzeptiert und die Karten werden mit einem Pfeil verbunden und beschriftet. Die Breite des Codings erschließt sich demnach eher aus der Organisation der Concept Map als aus der inhaltlichen Auseinandersetzung innerhalb der Gruppe.

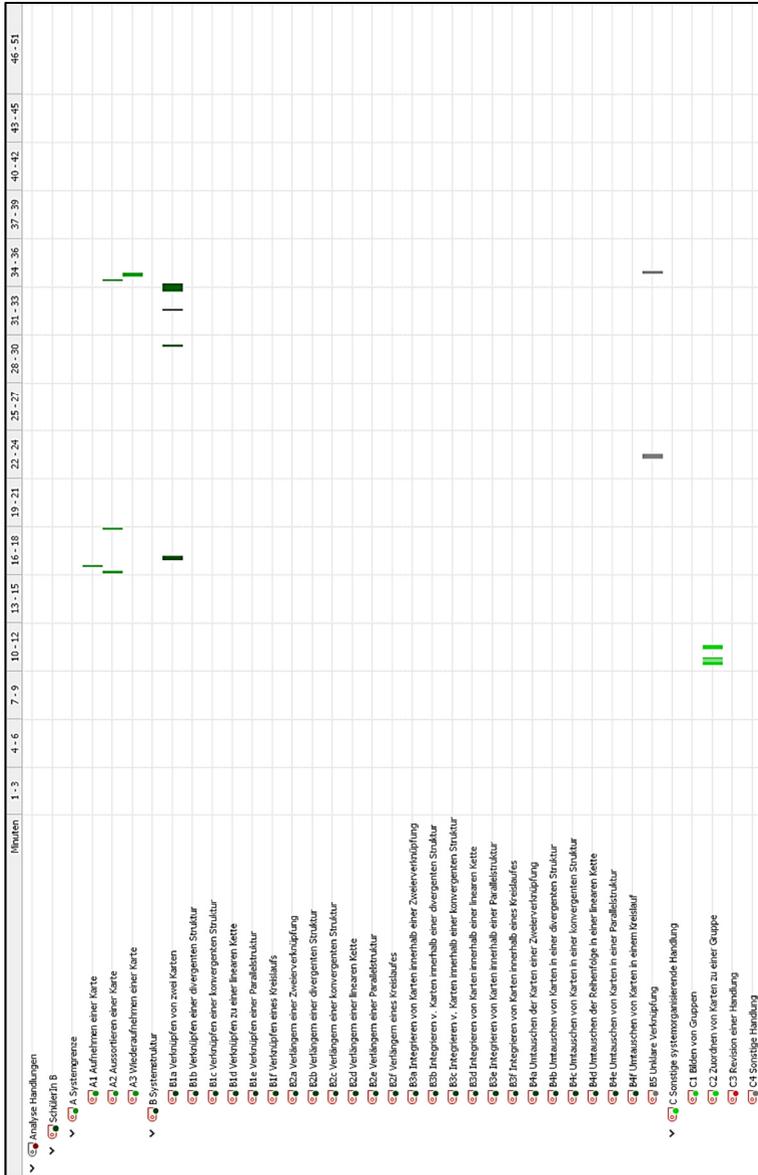


Abb. 38 | Codelines von Schülerin B9w

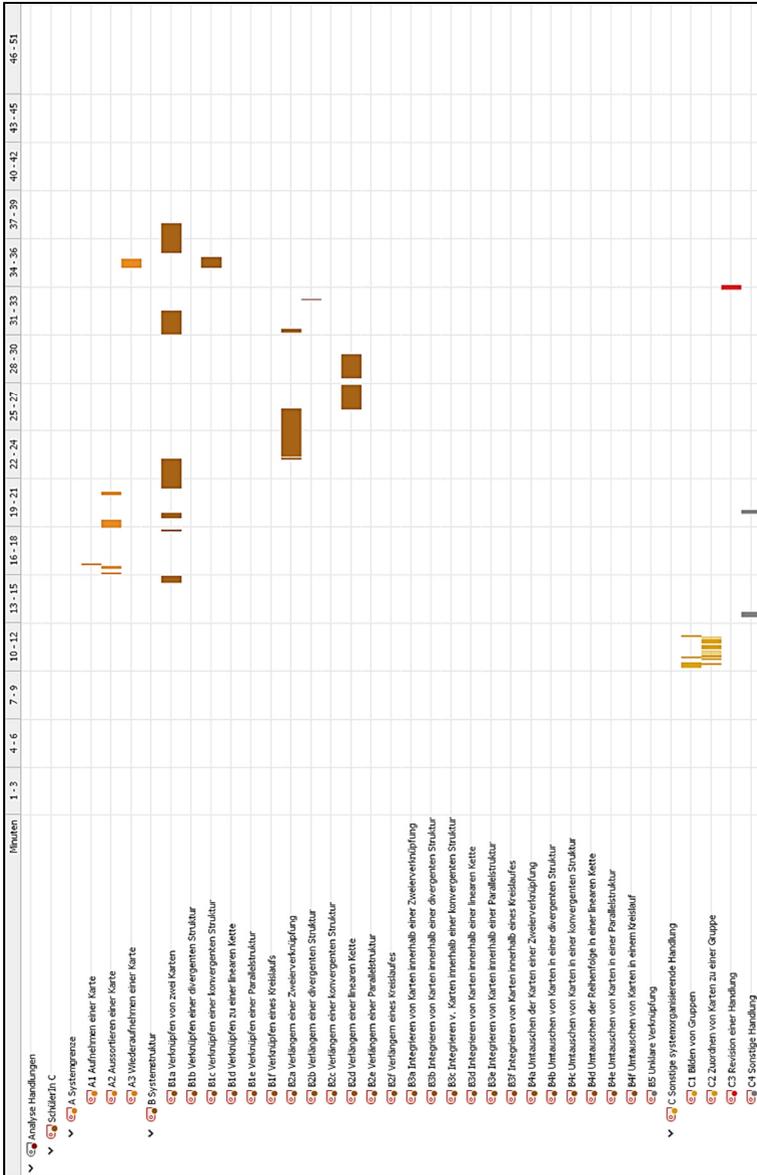


Abb. 39 | Codelines von Schüler C9m

Identifizierung kollaborativer Handlungsmuster und diskursiver Auseinandersetzungen der Gruppe G09

Zur Analyse der kollaborativen Handlungsweisen wurde der Videoausschnitt zwischen den Minuten 17:40 und 19:44 untersucht (Abb. 40). Er umfasst eine der wenigen Sequenzen, die eine Varianz verschiedener Arten von Handlungen und Reaktionen während der Arbeitsphase von Gruppe G09 aufweisen. Während dieses Ausschnittes sind alle drei Lernenden am Systemorganisationsprozess beteiligt. Schüler C9m verknüpft zunächst zwei Karten miteinander (B1a), ohne eine zustimmende oder widersprechende Reaktion der anderen zu erhalten. Anschließend werden drei Karten, vor allem durch Schüler C9m, als unwichtig deklariert und zum Ablagestapel gelegt (A2). Letzterem widerspricht jedoch Schülerin A9w (C3), indem sie Karte 14 direkt wieder aufnimmt (A3) und erläutert, dass ein Zusammenhang zur Karte 19 besteht. Dieser Handlung stimmen die anderen beiden zu und gemeinsam überlegen sie, wie sie diese Verbindungen formulieren können. Letztendlich einigen sie sich auf Naivasha-See (K14) → beherbergt → Artenvielfalt (K19) und beginnen mit der Gestaltung der Concept Map.

Das Beispiel zeigt zwar das kollaborative Handeln bei der inhaltlichen Verknüpfung von Karten und der Erstellung der Concept Map, jedoch sind innerhalb der gesamten Gruppenarbeit kaum ko-konstruktiven Handlungen erkennbar, d. h. einzelne Verbindungen, die von einem Lernenden erkannt werden, werden selten (direkt oder indirekt) mit einer weiteren Handlung verlängert, integriert oder umgetauscht. Daraus ist zu schließen, dass inhaltliche Zusammenhänge, die von anderen Gruppenmitgliedern gefunden werden, nur schwer internalisiert werden und damit generell die mentale Verknüpfung von Karten für die Schüler*innen eine hochkomplexe Aufgabe darstellt.

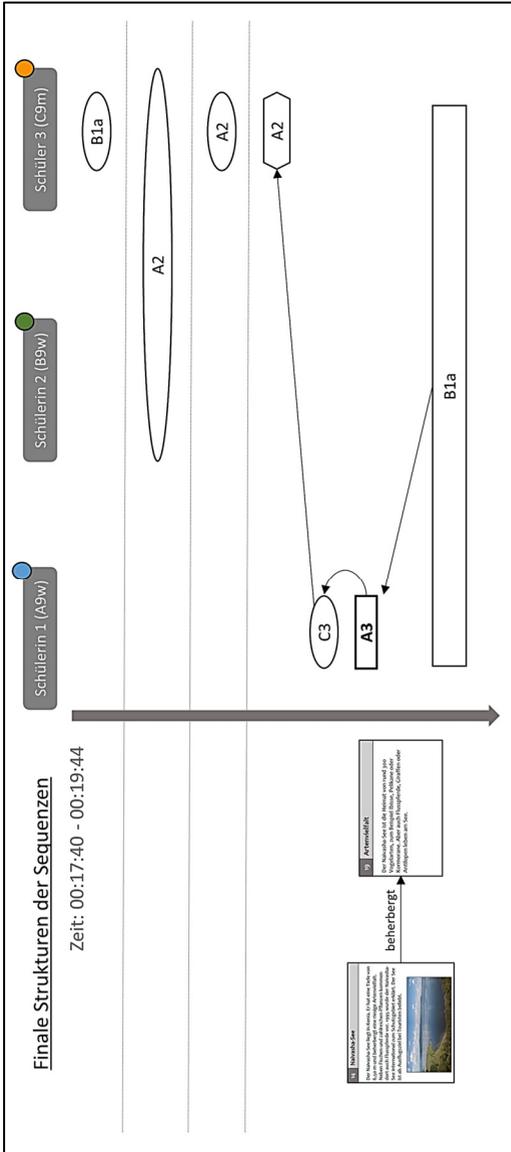


Abb. 40 | Exemplarische Handlungssequenz der Gruppe G09 (für eine ausführliche Erklärung dieser Darstellungsweise siehe Kap. 4.2.4.4, Abb. 25)

Bezüge zur anfangs gestellten Problemfrage im Arbeitsprozess der Gruppe G09

In der Vermutungsphase sprechen die Schüler*innen über eine mögliche Antwort auf die Leitfrage. In erster Linie äußert sich Schüler C9m, die anderen beiden Schülerinnen stimmen lediglich zu. C9m erwähnt den „Klimawandel“, die „Verschmutzung“ und die „Überfischung“ als drei mögliche Antworten, wobei er seine Vermutungen nur ansatzweise begründet. Es wird deutlich, dass C9m zwar Vorwissen aufweist, jedoch kaum in der Lage ist, seine Ideen ausformuliert und begründet darzulegen. Seine Ideen basieren auf allgemeingeographischen Wissensbeständen und beziehen sich nicht auf eine Personifizierung der Schuldfrage. Die Schülerinnen A9w und B9w sind nicht in der Lage, eine Antwort auf die Leitfrage zu entwickeln und begnügen sich mit den Antworten von C9m („Verschmutzung hätte ich och jesagt“, „Verschmutzung ist gut“). Aufgrund der Ideenlosigkeit der beiden anderen Schülerinnen übernimmt letztendlich C9m die Vermutung der Verschmutzung („lass einfach da jetz verschmutzung hinschreiben (-) dann passt das“).

00:01:29 - 00:02:29

- C9m:** wer ist schuld an chumbas situation (23.0)
na hier klimawandel und alles mögliche
verschmutzung des sees dass die alle sterben
kann alles mögliche sein
- B9w:** verschmutzung hätte ich och jesagt
- C9m:** verschmutzung alles mögliche
- A9w:** hm_hm (zustimmend)
- C9m:** dass irgendwie plastik da drinne ist (4.0) das
kann ja alles sein
lass jetzt einfach mal/
- B9w:** ja die verschmutzung/ die verschmutzung ist gut
- C9m:** dass die dann vielleicht überfischung/ dass die
dann/ wenn die da
jahrelang nur fische fangen dass es da auch
keene mehr gibt (-)
das kann ja auch sein
- B9w:** sind abjehaun
- C9m:** lass einfach da jetz verschmutzung hinschreiben
(-) dann passt das

Während der Entwicklung der Concept Map wird zu keiner Zeit auf die vorangegangene Leitfrage verwiesen. Erst in der Phase des Markierens der drei wichtigsten Karten zur Beantwortung der Leitfrage wird indirekt darauf Bezug genommen. A9w liest zwar die Aufgabenstellung vor („markiert euch die drei wich-

tigste(n) kärtchen“), jedoch überliest sie den wichtigen Zusatz „... zur Beantwortung der Leitfrage.“ Auf der Basis dessen wirkt die Festlegung der wichtigsten Karten willkürlich („da machen wir einfach das“, „ist doch jetzt egal man mach einfach irgendeens“). Die Wichtigkeit der ausgewählten Karten wird zu keiner Zeit von einem Gruppenmitglied begründet.

00:36:34 – 00:36:56

- A9w:** markiert euch die drei wichtigsten kärtchen
C9m: ey da haben wir so viel alter
[da machen wir einfach das ((zeigt auf K4))]
B9w: [na das hier ist wichtig ((zeigt auf K14))]
C9m: dann machen wir einfach das ((zeigt auf K4))
das ((zeigt auf K14))
B9w: und ich bin für ((zeigt auf K10)) (1.0) nee
C9m: und krankenhaus ((bezieht sich auf K3)) ist doch
jetzt egal man
mach einfach irgendeens
komm wir machen jetzt einfach hier (1.0) soo
((markiert K14)) soo ((markiert K4))
B9w: und hier krankenhaus ((zeigt auf K3))
C9m: und krankenhaus ((markiert K3)) (1.5) soo

In der sich anschließenden Phase der schriftlichen Beantwortung der Leitfrage wird erstmals wieder die Leitfrage vorgelesen und somit für alle Gruppenmitglieder in Erinnerung gerufen.

00:37:12 – 00:37:33

- C9m:** wir müssen hier noch diese frage da beantworten
A9w: ((nimmt das Blatt mit der Leitfrage und liest vor)) wer ist [schuld an chumbas situation]
C9m: ((liest vom Arbeitsblatt vor)) [beantwortet gemeinsam die anfangs gestellte] leitfrage mit-
hilfe eurer concept map und begründet eure ant-
wort ausführlich in der unteren rechten ecke
der pinnwand (1.0)
da haben wir noch platz passt doch
ham wir alles jeplant **B9w** und ich oder
B9w: klar

Nach der zwischenzeitlichen Formulierung der Überschrift diktiert C9m einen Antwortsatz (ab 00:41:40), den A9w aufschreibt. Aus der Analyse des Antwortsatzes (vgl. Kap. 5.2) wird deutlich, dass die Verbindungen zwischen den Karten kaum

verstanden wurden und die Antwort auf die Leitfrage zusammenhangslos und unstrukturiert verfasst wurde.

Nutzung von Scaffolding-Angeboten der Gruppe G09

Insgesamt informiert sich die Gruppe G09 achtmal über die noch verbleibende Zeit. Damit überwachen sie ihren Arbeitsprozess regelmäßig und kommen am Ende zu dem Schluss, dass sie die Zeitvorgaben eingehalten haben („ey wir lagen genau in der zeit“).

00:06:47 - 00:06:51

A9w: wie lange haben wir denn noch?

C9m: ((schaut auf die Uhr)) vierzich

00:28:28 - 00:28:34

C9m: wie spät issen das hier/ wir müssen doch/ (.)
ich bin der wächter
noch ZWANzig/ noch SIEBzehn minuten (1.5) okay

00:45:34 - 00:45:41

C9m: ey wir lagen genau in der zeit (-) ey ist dreizehn uhr vier B9w
(-) es ist dreizehn uhr vier (.) wir haben es
(unv.) geschafft

Die Rolle der Gruppenchefin hat A9w übernommen. Diese Rolle wurde von den anderen beiden Lernenden in erster Linie dazu genutzt, um weniger zu arbeiten und die Verantwortung abzugeben. Im Laufe des Arbeitsprozesses ist C9m jedoch der Meinung, dass er bisher so viel zum Gruppenerfolg beigetragen hat, dass er der eigentliche Gruppenchef sein müsste („ey das kann jut werden oder? (-) nur wegen mir (-) ich könnte sicher teamchef werden“). Dies zeigt, dass die Rolle des Gruppenverantwortlichen, vor allem bei C9m, geschätzt wird, jedoch zeigt sich, dass für die Lernenden nicht ganz klar ist, welche genauen Aufgaben ein/e Gruppenchef*in zu erfüllen hat.

00:11:21 - 00:11:26

C9m: das müssen wir jetzt ein bisschen hier verbinden
alles mögliche(-)
gruppenführer das machst du

00:17:21 - 00:17:26

C9m: ((zu A9w)) du machst einfach alles weil du der chef bist und wir gucken dir zu

A9w: hm hm <<lachend>>
B9w: und wir nicken immer

00:22:55 - 00:23:04

C9m: ey das kann jut werden oder? (-) nur wegen mir
(-) ich könnte sicher teamchef werden

B9w: ((lacht)) hättestes mal jemacht

A9w: ja

C9m: is doch ejal

Probleme während des Arbeitsprozesses und Anzeichen für Über-/Unterforderung der Gruppe G09

Während des Arbeitsprozesses der Gruppe G09 sind viele Situationen erkennbar, in denen eine Überforderung auftritt. In erster Linie zeigen sich diese Überforderungserscheinungen bei C9m, z. B. aufgrund der hohen Anzahl der Karten bzw. der hohen Komplexität:

00:07:14 - 00:07:17

C9m: ((blättert durch den Kärtchenstapel)) gott das is so viel
ach komm hier A9w machst du schon

00:08:14 - 00:08:18

C9m: wir können doch jetzt nicht alle durchlesen hier oder?

B9w: na was sonst?

00:14:56 - 00:15:02

C9m: wir könn doch noch wie viele rausnehm
mensch brauchen wir doch gar nicht
is doch viel zu viel

A9w: ja

Durch die anfängliche Überforderung aufgrund der hohen Kartenanzahl werden die Kärtchen von der Gruppe zunächst anhand ihrer Überschriften kategorisiert. Im Anschluss daran bemerken die Schüler*innen, dass sie mit dieser Kategorisierung nicht weiterkommen, da ihnen die Verknüpfungen zwischen den einzelnen Karten fehlen und sie dafür die Karteninhalte benötigen. Demnach kommt es zu einer zweiten Display Stage, in der sie die Informationen lesen und die Kategorienstapel wieder auflösen. In dieser Phase zeigt sich wiederum eine Überforderung

aufgrund der hohen Komplexität bei C9m („lass doch irjendwas verbinden, is doch egal“ (C9m, 00:17:00), „lass einfach abgucken“ (C9m, 00:17:11)).

Außerdem zeigt sich eine sichtbare, anfängliche Überforderung aufgrund der unklaren Verknüpfung der Geschichte mit den Karten („was-was hat das mit dem text da jetzt zu tun das ist doch sinnlos“ (C9m, 00:08:50)) sowie eine Überforderung hinsichtlich der Pfeilbeschriftungen zwischen den Karten:

00:13:50 - 00:13:59

- C9m:** ah_nee das könn wir gar nich so im kreis anordnen
da müssen wir so da mit/ verbinden und dann so ein adjektiv dazwischen machen oder-oder so n verb
- B9w:** ein verb
- A9w:** ein verb
- C9m:** wie willsten da n verb dazwischen machen?

In einer Situation wird ersichtlich, dass B9w Probleme beim Verstehen bzw. Analysieren des Karteninhalts hat. Auf Karte 9 wird beschrieben, dass die Bevölkerung zwischen 1969 und 2007 von 7.000 auf 300.000 Menschen angestiegen ist, doch sie hat fälschlicherweise erkannt, dass es „weniger bevölkerung“ geworden ist. C9m war aufmerksam und hat sie berichtigt:

00:32:53 - 00:33:07

- B9w:** hä? weniger bevölkerung
- C9m:** NEIIIN (-) MEHR (-) von SIEBENTausend auf DREISSIG/ auf dreihunderttausend ((zeigt auf K9)) (--)) das sind mehr geworden

5.3.3 Fall 3: Gruppe G06 (leistungshomogen, mittleres Systemkompetenzniveau)

Die Gruppe G06 besteht aus den Schüler*innen A6m (männlich, 15 Jahre alt), B6w (weiblich, 15 Jahre alt) und C6m (männlich, 15 Jahre alt). Alle drei Lernenden erreichten im Systemkompetenztest vor der Durchführung der Unterrichtseinheit die mittlere Niveaustufe (Niveau II) sowie einen mittleren Wert im Strukturindex der Concept Maps, sodass G06 das Fallbeispiel für eine leistungshomogene Lerngruppe mit mittlerem Systemkompetenzniveau bildet.

Deskriptive Analyse des Arbeitsprozesses der Gruppe G06

Anhand der Abb. 41 ist zu erkennen, dass der Systemorganisationsprozess von Gruppe G06 aus den Phasen Display Stage, Webbing Stage sowie dem Einzeichnen und Beschriften von Pfeilen besteht. Demgegenüber konnten innerhalb der Segmentierungsanalyse keine Setting Stage, Sequencing Stage, Rewriting Stage oder Abstract Stage aufgefunden werden. Der Systemorganisationsprozess dauert insgesamt 34:09 Minuten und ist durch eine größere Unterbrechung gekennzeichnet, in welcher die Lernenden alle Karten mit Pinnnadeln fixieren, bevor sie die Pfeile einzeichnen und beschriften. Zwischen und innerhalb der einzelnen Phasen kommt es zeitweise zu kurzen Unterbrechungen, die sowohl aus Gründen der Arbeitsorganisation als auch durch Off-Topic-Gespräche, in erster Linie durch die Schüler A6m und C6m, stattfinden. Auffällig ist, dass die Vermutungsphase vergleichsweise lange andauert. Die Lernenden äußern zunächst mehrere Ideen, bevor sie sich einigen und eine ausführliche Vermutung formulieren.

Im weiteren Verlauf kommt es zu einer Überschneidung von Display Stage und Webbing Stage. Vor allem Schülerin B6w ist in der Lage, die neuen Informationen so miteinander zu verknüpfen, dass eine komplexe Netzstruktur entsteht, ohne die Karten zuvor gänzlich zu lesen, sie zu kategorisieren oder erste lineare Ketten zu ergründen. Dies kann einerseits für ein hohes Fach- bzw. Systemkompetenzniveau sprechen, andererseits kann es eine ungeplante Arbeitsweise anzeigen, weil sie sich im Detail verliert und die Komplexität des Systems nicht überblickt. Die Schülerin B6w ist in dieser Phase (Webbing Stage) sehr dominant, weil sie die Verknüpfungen in nur spärlichem Austausch mit den anderen Gruppenmitgliedern auf der Arbeitsfläche arrangiert und fast jedes Einbringen der anderen unterdrückt. Dies spiegelt sich insbesondere in der Arbeitshaltung von C6m wider, der anfangs sehr motiviert Beiträge zur Vernetzung des Systems beisteuert, sich jedoch in der Phase des Einzeichnens und Beschriftens der Pfeile kaum mehr engagiert. In jener Phase ist B6w wiederum federführend, indem sie alle Pfeilrichtungen und -bezeichnungen angibt, die A6m aufschreibt. Eine weitere Auffälligkeit in der Systemorganisationsphase ist das stufenweise Erstellen der Concept Map. Zunächst

werden die Karten auf der Arbeitsfläche räumlich positioniert, wobei die mentalen Verknüpfungen nur ansatzweise von B6w artikuliert werden. Daraufhin werden jene mentalen Verknüpfungen mit Strichen verbunden, bevor im abschließenden Teil die Striche mit einer Pfeilrichtung versehen und beschriftet werden. Wie bereits erwähnt, findet innerhalb des Systemorganisationsprozesses keine Reworking Stage oder Abstract Stage statt, was als weiterer Indikator für eine Zuordnung zum mittleren Kompetenzniveau gelten kann (LEAT, NICHOLS 2000b). Die letzten Phasen des Arbeitsprozesses sind erneut stark von B6w geprägt, beispielsweise wird der schriftliche Antwortsatz ausschließlich von ihr formuliert und an A6m diktiert.

Analyse der systemorganisierenden Handlungen der Gruppe G06

Die Schüler*innen führen insgesamt 74 systemorganisierende Handlungen aus. Es wird deutlich, dass es viele Phasen gibt, in denen keine Systemorganisation stattfindet (Abb. 41). Zwischen den Minuten 30 und 36 zeichnet Schülerin B6w Linien zwischen den Kärtchen ein, erläutert aber keinerlei Zusammenhänge und schließt dadurch die anderen Gruppenmitglieder aus. In der Abbildung bestätigt sich die übermäßige Dominanz der Schülerin B6w. Sie führt 62 der 74 Handlungen der Gruppe aus. Ein Großteil dieser Handlungen beziehen sich auf die Systemstruktur sowie im ersten Teil des Arbeitsprozesses auf die Systemabgrenzung. Schüler A6m beteiligt sich lediglich in einem kurzen Abschnitt zwischen den Minuten 27 und 28 mit sieben Handlungen, jedoch nicht auf systemabgrenzender bzw. -strukturierender Ebene. Schüler C6m führt zwar nur sechs Handlungen aus, doch im Gegensatz zu A6m bezieht er sich drei Mal auf die Systemstruktur.

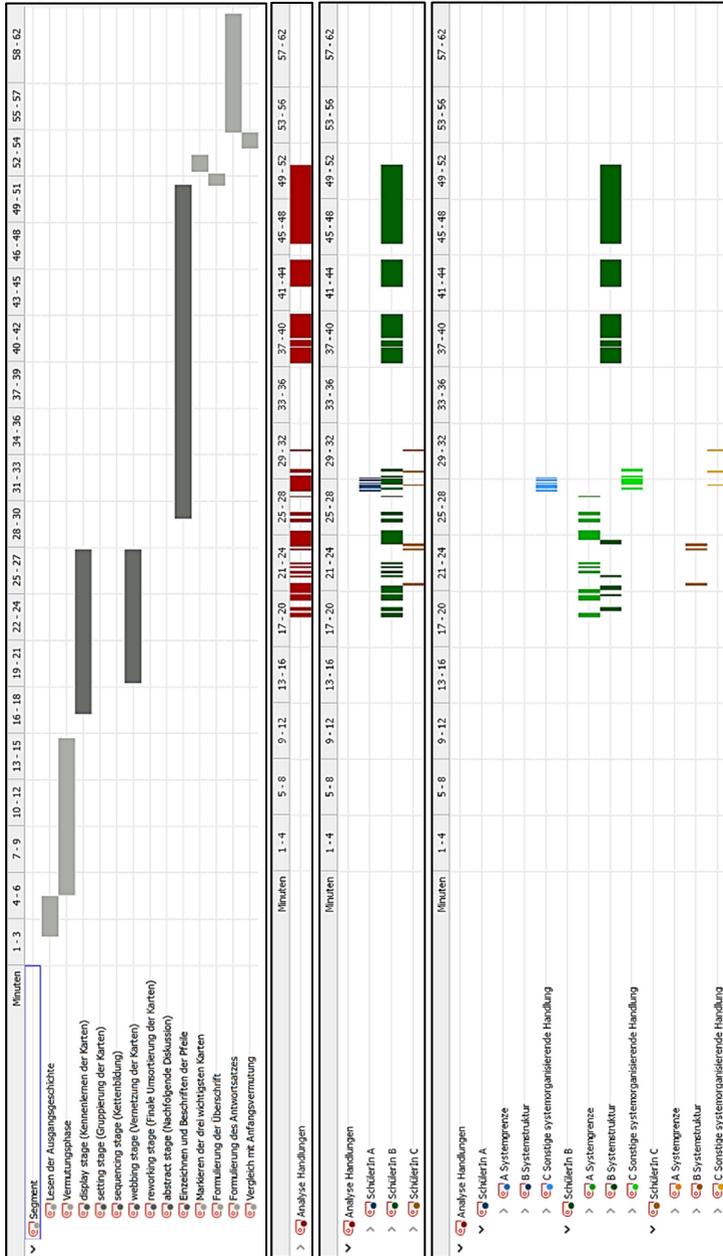


Abb. 41 | auf Seite 162 | 1. v. l.: Segmentierung des Arbeitsprozesses der Gruppe G06 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation); 2. - 4. v. l.: Summierte Codelines der Gruppe G06 (2. v. l.: alle Handlungen summiert; 3. v. l.: alle Handlungen pro Schüler*in summiert; rechts: alle Handlungen pro Handlungsdimension summiert)

Die systemabgrenzenden Handlungen werden ausschließlich von Schülerin B6w ausgeführt (17 Handlungen). Während der Display Stage nimmt sie fast alle Karten in das System auf und sortiert sie auf der Arbeitsfläche. Zwischenzeitlich deklariert sie eine Karte als unwichtig, nimmt sie jedoch im weiteren Verlauf wieder auf (Abb. 42). Die Phase der Systemabgrenzung findet zwischen den Minuten 18 und 27 statt und endet damit, dass alle 20 verfügbaren Karten als relevant für die Beantwortung der Leitfrage eingeschätzt werden.

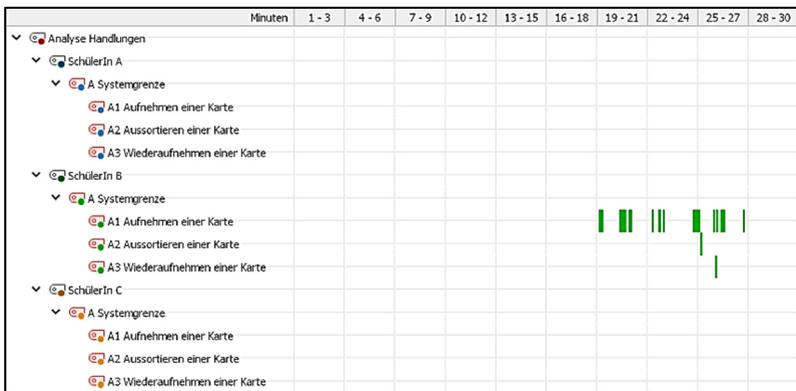


Abb. 42 | Codelines der Gruppe G06 zur Dimension A (Systemabgrenzende Handlungen)

Hinsichtlich der Systemstruktur wurden insgesamt 33 Handlungen ausgeführt (Tab. 19). Dabei fällt ca. ein Drittel (12) auf das Verknüpfen zweier Karten (B1a), was bezüglich der Vernetzungsart und Relationsart das niedrigste Niveau darstellt. Darüber hinaus werden sieben konvergente bzw. divergente Strukturen (B2b/B2c) sowie acht lineare Ketten verlängert (B2d). Einmalig wurde eine Karte zwischen zwei andere Karten integriert (B3a), womit hinsichtlich der Vernetzungsart das höchste Niveau der Gruppe erreicht wird. Umtauschhandlungen sowie Parallelstrukturen und Kreisläufe werden nicht durchgeführt bzw. aufgefunden.

Tab. 19 | Darstellung der codierten Segmente zur Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) der Gruppe G06

		Relationsart					
		zwei Karten (a)	divergente/ konvergente Struktur (b/c)	lineare Kette (d)	Parallelstruktur (e)	Kreislauf (f)	gesamt
Vernetzungsart	Verknüpfen (1)	12	4	0	0	0	16
	Verlängern (2)	1	7	8	0	0	16
	Integrieren (3)	1	0	0	0	0	1
	Umtauschen (4)	0	0	0	0	0	0
	gesamt	14	11	8	0	0	33

Differenzierte Ergebnisse auf Individualebene der Gruppe G06

Bei genauerer Betrachtung der interindividuellen Unterschiede der drei Lernenden wird wiederum die klare Dominanz von Schülerin B6w sichtbar (Abb. 44). Zu Beginn bestimmt sie einige Karten als systemrelevant (Kategorie A1) und ist synchron dazu in der Lage, einzelne dieser Karten zu Zweierverknüpfungen zu verbinden (B1a). Darüber hinaus integriert sie in dieser Anfangsphase sogar eine weitere Karte innerhalb einer Zweierverknüpfung (B3a), was für ein zu diesem Zeitpunkt hohes Systemverständnis spricht. Im weiteren Verlauf verlängert sie die durch die Integration gebildete Dreierkette um eine weitere Karte (B2d), nimmt weitere Karten in das System auf (A1), sortiert eine Karte aus (A2) und nimmt diese wieder auf, nachdem sie erkannt hat, dass sie doch wichtig für das System ist (A3). In diesem Abschnitt unterstützt auch Schüler C6m die graphische Entwicklung des Systems, indem er drei Zweierverknüpfungen auffindet und erläutert.

Im Anschluss an diese Display Stage kommt es zu einer Phase, in der die Lernenden das einzige Mal während des gesamten Arbeitsprozesses kollaborativ das System organisieren. In diesem Teil verschaffen sie sich einen Überblick über die Karten, indem sie Kategorien bilden und entsprechende Karten zuordnen. Insgesamt werden drei Kategorien entwickelt und mit gleichfarbigen Pinnnadeln versehen:

Karten mit Bezug zu „Rosen“ (rot), „Wasser“ bzw. „See“ (blau) und „Sonstige“ (weiß). Die zweite und dritte Kategorie werden von B6w und die erste von A6m bestimmt. Darüber hinaus erfolgt eine Zuordnung der Karten zu den verschiedenen Kategorien, welche zwar von Schülerin B6w initiiert und geleitet, jedoch von den Schülern A6m (Abb. 43) und C6m (Abb. 45) unterstützt wird. Obwohl das Zuordnen von Karten zu bestimmten Kategorien als systemorganisierende Handlung angesehen werden kann, zeigt sich dabei ein eher niedriges Systemkompetenzniveau im Vergleich zu Handlungen auf systemstrukturierender Ebene (LEAT, NICHOLS 2000a).

Ab der Minute 29 nehmen sich die Schüler A6m und C6m vollständig aus der Systemorganisation heraus und überlassen der Schülerin B6w die gesamte Arbeit. Diese ist in der Lage, das System auf vielfältige Weise und auf unterschiedlichen Niveaustufen zu organisieren. Sie schafft es unter anderem konvergente und divergente Strukturen zu verknüpfen (A1b/A1c) und anschließend um weitere Karten zu verlängern (A2b/A2c) sowie lineare Kette zu verlängern (A2d). Parallelstrukturen oder Kreisläufe werden von ihr jedoch nicht erkannt bzw. benannt.

	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	41-44	45-48	49-52	53-56	57-62
▼ <input type="checkbox"/> Analyse Handlungen															
▼ <input type="checkbox"/> Schülerin A															
▼ <input type="checkbox"/> A Systemgrenze															
<input type="checkbox"/> A1. Aufnehmen einer Karte															
<input type="checkbox"/> A2. Ausordnen einer Karte															
<input type="checkbox"/> A3. Wiederaufnahme einer Karte															
▼ <input type="checkbox"/> B Systemstruktur															
<input type="checkbox"/> B1a. Verknüpfen von zwei Karten															
<input type="checkbox"/> B1b. Verknüpfen einer divergenten Struktur															
<input type="checkbox"/> B1c. Verknüpfen einer konvergenten Struktur															
<input type="checkbox"/> B1d. Verknüpfen zu einer linearen Kette															
<input type="checkbox"/> B1e. Verknüpfen einer Parallelstruktur															
<input type="checkbox"/> B1f. Verknüpfen eines Kreislaufs															
<input type="checkbox"/> B2a. Verknüpfen einer Zweierverknüpfung															
<input type="checkbox"/> B2b. Verknüpfen einer divergenten Struktur															
<input type="checkbox"/> B2c. Verknüpfen einer konvergenten Struktur															
<input type="checkbox"/> B2d. Verknüpfen einer linearen Kette															
<input type="checkbox"/> B2e. Verknüpfen einer Parallelstruktur															
<input type="checkbox"/> B2f. Verknüpfen eines Kreislaufs															
<input type="checkbox"/> B3a. Integrieren von Karten innerhalb einer Zweierverknüpfung															
<input type="checkbox"/> B3b. Integrieren von Karten innerhalb einer divergenten Struktur															
<input type="checkbox"/> B3c. Integrieren v. Karten innerhalb einer konvergenten Struktur															
<input type="checkbox"/> B3d. Integrieren von Karten innerhalb einer linearen Kette															
<input type="checkbox"/> B3e. Integrieren von Karten innerhalb einer Parallelstruktur															
<input type="checkbox"/> B3f. Integrieren von Karten innerhalb eines Kreislaufs															
<input type="checkbox"/> B4a. Umtauschen der Karten einer Zweierverknüpfung															
<input type="checkbox"/> B4b. Umtauschen von Karten in einer divergenten Struktur															
<input type="checkbox"/> B4c. Umtauschen von Karten in einer konvergenten Struktur															
<input type="checkbox"/> B4d. Umtauschen der Reihenfolge in einer linearen Kette															
<input type="checkbox"/> B4e. Umtauschen von Karten in einer Parallelstruktur															
<input type="checkbox"/> B4f. Umtauschen von Karten in einem Kreislauf															
<input type="checkbox"/> B5. Schließes Verknüpfung															
▼ <input type="checkbox"/> C Sonstige systemergänzende Handlung															
<input type="checkbox"/> C1. Bilden von Gruppen															
<input type="checkbox"/> C2. Zuordnen von Karten zu einer Gruppe															
<input type="checkbox"/> C3. Revision einer Handlung															
<input type="checkbox"/> C4. Sonstige Handlung															

Abb. 43 | Codelines von Schüler A6m

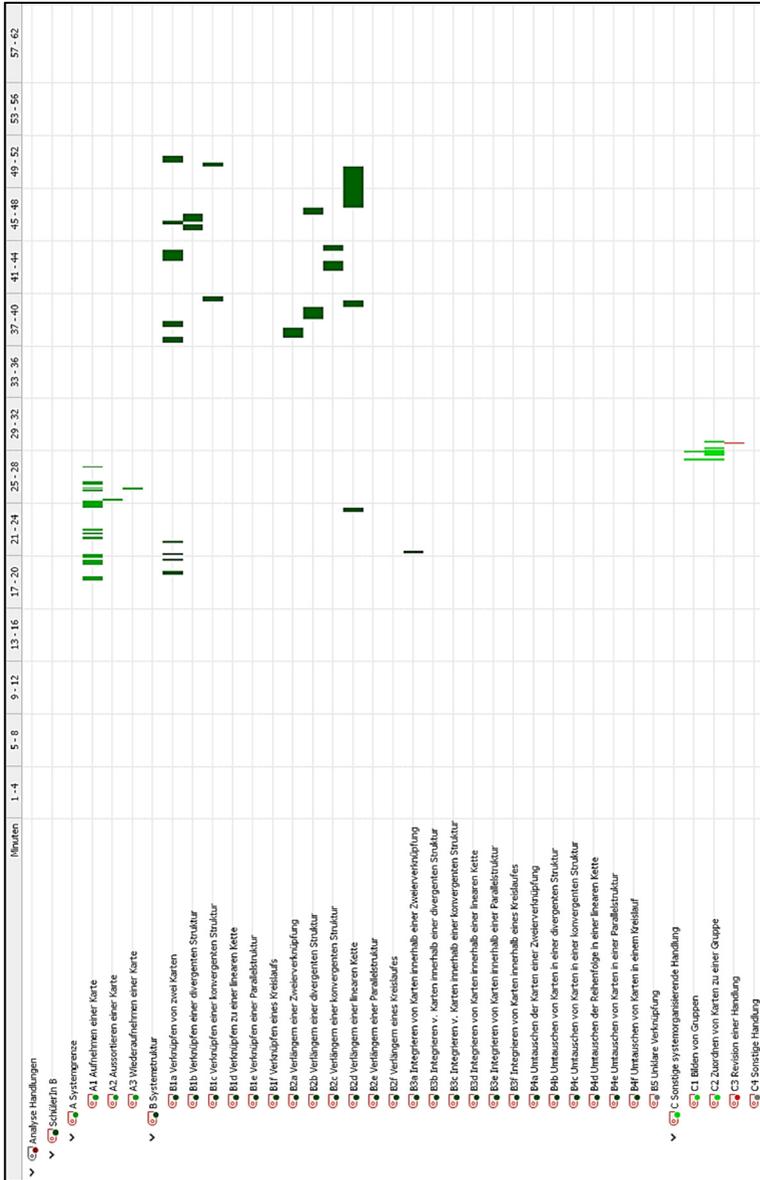


Abb. 44 | Codelines von Schülerin B6w

	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	41-44	45-48	49-52	53-56	57-62
▼ Analyse Handlungen															
▼ Schülerin C															
▼ A Systemgrenze															
A1. Aufnehmen einer Karte															
A2. Ausordnen einer Karte															
A3. Wiederaufnahme einer Karte															
▼ B Systemstruktur															
B1a. Verknüpfen von zwei Karten															
B1b. Verknüpfen einer divergenten Struktur															
B1c. Verknüpfen einer konvergenten Struktur															
B1d. Verknüpfen zu einer linearen Kette															
B1e. Verknüpfen einer Parallelstruktur															
B1f. Verknüpfen eines Kreislaufs															
B2a. Verknüpfen einer Zweierverknüpfung															
B2b. Verknüpfen einer divergenten Struktur															
B2c. Verknüpfen einer konvergenten Struktur															
B2d. Verknüpfen einer linearen Kette															
B2e. Verknüpfen einer Parallelstruktur															
B2f. Verknüpfen eines Kreislaufs															
B3a. Integrieren von Karten innerhalb einer Zweierverknüpfung															
B3b. Integrieren von Karten innerhalb einer divergenten Struktur															
B3c. Integrieren v. Karten innerhalb einer konvergenten Struktur															
B3d. Integrieren von Karten innerhalb einer linearen Kette															
B3e. Integrieren von Karten innerhalb einer Parallelstruktur															
B3f. Integrieren von Karten innerhalb eines Kreislaufs															
B4a. Umtauschen der Karten einer Zweierverknüpfung															
B4b. Umtauschen von Karten in einer divergenten Struktur															
B4c. Umtauschen von Karten in einer konvergenten Struktur															
B4d. Umtauschen der Reihenfolge in einer linearen Kette															
B4e. Umtauschen von Karten in einer Parallelstruktur															
B4f. Umtauschen von Karten in einem Kreislauf															
B5. Schlässe Verknüpfung															
▼ C Sonstige systemorganisierende Handlung															
C1. Bilden von Gruppen															
C2. Zuordnen von Karten zu einer Gruppe															
C3. Revision einer Handlung															
C4. Sonstige Handlung															

Abb. 45 | Codelines von Schüler C6m

Identifizierung kollaborativer Handlungsmuster und diskursiver Auseinandersetzungen der Gruppe G06

Zur Analyse der kollaborativen Arbeitsweise wurde der Ausschnitt zwischen den Minuten 36:13 und 39:40 ausgewählt, weil er eine typische Sequenz darstellt, in der ausschließlich Schülerin B6w agiert, sie ihre eigenen Handlungen erweitert und dabei eine komplexe Netzstruktur entwirft.

Anhand der Abb. 46 wird ersichtlich, dass die Schüler A6m und C6m nichts zum Arbeitsprozess beitragen. Einerseits führen sie keine systemorganisierende Handlung aus, andererseits zeigen sie keinerlei Reaktionen (Zustimmung oder Widerspruch) auf die Handlungen von Schülerin B6w. Ursache für Letzteres könnte jedoch das stille Erarbeiten der Netzstruktur durch Schülerin B6w sein, bei dem sie keine ihrer Handlungen erläutert. Zu Beginn verknüpft sie zwei Karten miteinander (Kategorie B1a) und verlängert diese anschließend um eine weitere Karte (B2a) zu einer divergenten Struktur. Nach einer weiteren separaten Zweierverknüpfung findet sie zwei Karten, die sie jeweils mit der zuvor gebildeten divergenten Struktur verbindet (B2b). Sie ist demnach in der Lage, vorhandene Strukturen zu internalisieren und diese später wieder abzurufen und zu erweitern. Darauffolgend entwickelt sie eine lineare Kette, die sie zweimalig verlängert (B2d), um schließlich eine komplexe Netzstruktur innerhalb der Concept Map zu erschaffen (Abb. 46, links). Während dieses Abschnitts offenbart sich die Karte 4 („Veränderungen im See“) als zentrale Karte, denn sie ist mit sechs weiteren Karten direkt verbunden. Insgesamt konnte, wie bereits erwähnt, lediglich zwischen den Minuten 27 und 29 eine kurze Phase der Kollaboration aller Gruppenmitglieder festgestellt werden. Alle anderen Phasen wurden ausschließlich von Schülerin B6w veranlasst und durchgeführt. Es kommt zu keinen inhaltlichen, diskursiven Auseinandersetzungen, da Schülerin B6w sehr überzeugt von ihren Standpunkten ist und keine andere Meinung zulässt. Dies führt auch dazu, dass Schüler C6m resigniert und sich im Laufe des Arbeitsprozesses immer mehr zurückzieht.

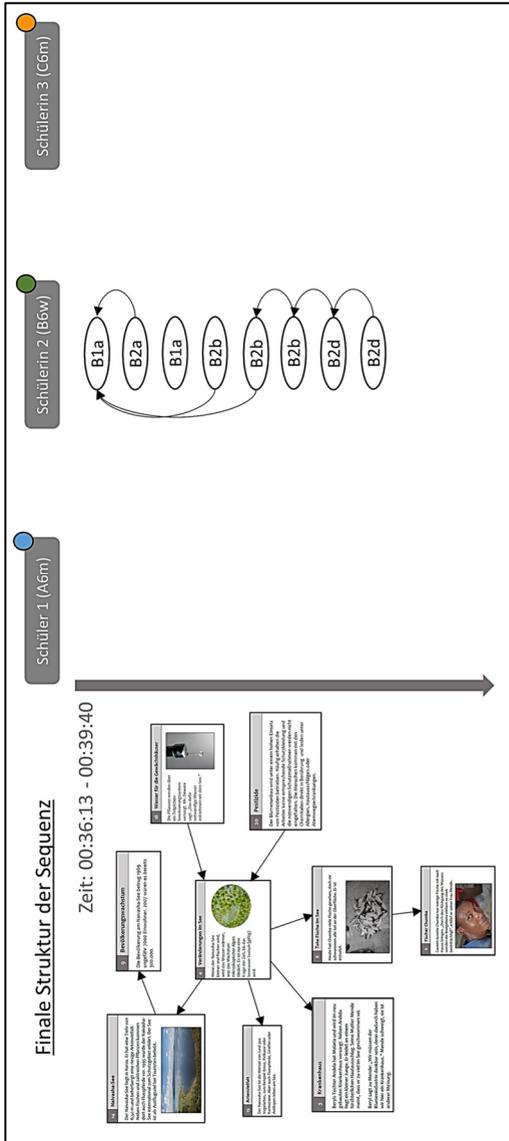


Abb. 46 | Exemplarische Handlungssequenz der Gruppe G06 (für eine ausführliche Erklärung dieser Darstellungsweise siehe Kap. 4.2.4.4, Abb. 25)

Bezüge zur anfangs gestellten Problemfrage im Arbeitsprozess der Gruppe G06

In der Vermutungsphase gibt B6w den Vorschlag der „erderwärmung“ und erläutert diesen ausführlich. Sie bezieht sich dabei auf die Schuldperspektive der Leitfrage, jedoch personifiziert sie diese nicht genauer. Die anderen beiden Gruppendeilnehmer stimmen zunächst ihrer Antwort zu. Im weiteren Verlauf äußert A6m eine zweite Vermutung („müll“), revidiert diese jedoch wieder und legt sich auf die erstgenannte Vermutung fest. Bereits hier wird die Dominanz von B6w sichtbar, die auch in der Folge hohe Gesprächsanteile und Entscheidungsgewalt besitzt.

00:04:56 - 00:05:49

- B6w:** also das ist ja ökosystem see
und ich hätt halt gesagt dass das ökosystem im
see halt
äm aus dem gleichgewicht gebracht wird
uuund ich denke dass es mit der globalen erder-
wärmung zu tun hat
- A6m:** ja der-der meinung bin ich auch
- C6m:** ja erderwärmung auf jeden fall denk ich
- B6w:** ja (-) und (-) ich denke mal die fische können
bestimmt nur in einer gewissen temperatur dort
leben
sonst erwärmt sich das ja
und dann ist da auch eine höhere verdunstung
somit nimmt ja der see dann auch immer weiter
ab
und äm/
(...)
- A6m:** äm (-) vielleicht noch wegen müll eventuell
weil in kenia haben die ja nich so ne mülltren-
nung hier
- C6m:** ja
- A6m:** also wie in deutschland
vielleicht noch deswegen
und/ aber ich würd mir auf jeden fall B6w ihre
antwort/ denke ich ist auch richtig (1.5)
also erderwärmung (-) das passt schon

In der Webbing Stage wirft C6m erstmals wieder nach der Vermutungsphase die Leitfrage auf, indem er anhand der Karte 14, auf welcher der See als Naturschutzgebiet mit großer Artenvielfalt beschrieben wird, die Problematik des geringeren Fischfangs thematisiert. Die Frage wird von den anderen beiden, insbesondere von

B6w, nicht adäquat beantwortet, was dafür spricht, dass die systemaren Verknüpfungen der Einzelinformationen noch nicht ausreichen, um die Leitfrage zu beantworten:

00:19:03 - 00:19:21

C6m: warum fängt der dann da jetzt grad keine fische mehr (---)
wenn aber das eigentlich hier beschrieben wird
<<nimmt K14> als/>

B6w: naturschutzgebiet

A6m: artenvielfalt

B6w: ja weil sie sich/

C6m: artenvielfalt

B6w: naja (-) weil es da übelst laufende veränderungen gibt leute

C6m: [naja aber er ist derzeit/]

B6w: [blumenplantagen (--)] die region um den navasha see ((...))

Im weiteren Verlauf der Webbing Stage versucht sich C6m an einer ersten ausformulierten Antwort auf die Leitfrage, indem er Karte 13, welche den Müll und die Abwässer der ansässigen Bevölkerung und deren Einleitung in den See thematisiert, vorliest und als Schlussfolgerung zieht, dass dadurch der See „dreckig“ wird, die Fische sterben und die Menschen arm werden. Obwohl diese Antwort als einfache lineare Kette interpretiert werden kann, deutet sie dennoch darauf hin, dass C6m mehrere Karten miteinander verbunden hat und sich ein erstes Systemverständnis ausgebildet hat.

00:25:16 - 00:25:51

C6m: ((liest K13 vor))
deswegen (---) wird der see dreckig (-)
fische/

A6m: sterben (1.5) das wars

B6w: aber warte jetzt mal
[wie issn das mit dem bevölkerungswachstum/]

A6m: [dadurch werden die leute arm]

Beim Markieren der drei wichtigsten Karten zur Beantwortung der Leitfrage gibt C6m direkt nach dem Vorlesen des Arbeitsauftrages von B6w die Karte 4 an. Dies deutet darauf hin, dass die Leitfrage präsent ist. Darüber hinaus zeigt es, dass C6m das vorliegende System durchdrungen hat, da Karte 4 auch in der Referenz-Map als wichtigste Karte hervorgeht.

Die Antwort auf die Leitfrage wird nicht noch einmal in der Gruppe besprochen, sondern ausschließlich von B6w diktiert und von A6m aufgeschrieben. In dem Antwortsatz geht B6w insbesondere auf die Schuldfrage ein, stellt mehrere kausale Zusammenhänge dar und abstrahiert im Hinblick auf die Zukunft, dass ein nachhaltigerer Anbau eine Lösungsstrategie darstellt. Der Antwortsatz ist der einzige, der das höchste Niveau in der Auswertung erreicht (vgl. Kap. 5.2) und zeigt somit, dass sich B6w ein hohes Systemverständnis zum Thema erarbeitet hat und dieses auch ausformulieren kann.

Nutzung von Scaffolding-Angeboten der Gruppe G06

C6m wurde als Zeitwächter der Gruppe ausgewählt. Insgesamt berichtet er der Gruppe dreimal über die noch zu verbleibende Zeit: zu Beginn der Display Stage, zu Beginn des Einzeichnens der Pfeile und zu Beginn der schriftlichen Formulierung der Leitfragenantwort. Damit zeigt sich, dass C6m Phasenübergänge nutzt, um den Arbeitsprozess zeitlich zu überwachen. Obwohl das dreimalige Berichten über die verbleibende Zeit eine geringe Anzahl darstellt, schafft es die Gruppe, alle Aufgaben rechtzeitig zu erledigen.

00:30:21 – 00:30:24

C6m: es ist jetzt sechszwanzig
wir haben noch fünfundzwanzig (-) fünfundzwanzig minuten zeit

00:54:31 – 00:54:33

C6m: ihr habt noch vier minuten
A6m: ich schreib einfach schnell

Die Rolle der Gruppenleiterin bzw. des Gruppenleiters wird zu keiner Zeit ersichtlich oder erwähnt. Es wird vermutet, dass B6w als Gruppenchefin ausgewählt wurde, da sie sehr dominant auftritt und damit die Rolle der Gruppenchefin in all ihren Handlungen sichtbar ist und es keiner weiteren Benennung während der Arbeitsphase bedarf.

Probleme während des Arbeitsprozesses und Anzeichen für Über-/Unterforderung der Gruppe G06

Probleme im Arbeitsprozess der Gruppe G06 treten in erster Linie auf formaler Ebene auf. Beispielsweise wird innerhalb der Gruppe gefragt, ob die Vermutung in Stichpunkten oder in Sätzen aufgeschrieben werden soll (00:06:13), wofür die leeren Kärtchen verwendet werden sollen (00:16:15) oder ob die Kärtchen aufgeklebt werden sollen (00:24:14).

Im unteren Transkriptausschnitt ist erkennbar, dass sich inhaltliche Diskussionen mit formalen Unklarheiten überschneiden können. Schülerin B6w will die Karten 4 und 19 folgendermaßen verbinden: Veränderungen im See (K4) → beeinträchtigt → Artenvielfalt (K19). C6m kann diesen Zusammenhang nicht nachvollziehen, da dies nicht explizit auf den beiden Karten zu finden ist. Erst nachdem B6w erklärt, dass die Pfeilbeschriftungen die beiden Überschriften miteinander verbinden sollen und damit implizit verdeutlicht, dass die gefundenen Zusammenhänge auch auf anderen Karten stehen können, wird es für C6m verständlicher. Im vorliegenden Fall hat B6w die Information von Karte 6, auf der geschrieben steht, dass der Rückgang des Wassers die Brutgebiete der Fische beeinträchtigt und nutzt diese letztendlich zur Verknüpfung der Karten 4 und 19. Die Erklärung und Pfeilbeschriftung von B6w lassen überdies auf ein höheres Systemverständnis rückschließen.

00:34:58 - 00:54:33

- C6m:** wenn der see giftig wird
wie soll denn dann die artenvielfalt mehr werden?
- B6w:** <<liest vor> wird beeinträchtigt>
- C6m:** <<zeigt auf K19> steht hier nirgends>
<<liest K19 laut vor> ist die heimat von/>
- B6w:** nein
du sollst das dann hier oben dranschreiben
du sollst mit <<zeigt auf Überschriften von K19 und K4> den begriffen das hier bearbeiten>
- C6m:** ich weiß aber/ [trotzdem]
- B6w:** das ist [alles richtig]/ es ist alles gut C6m
wenn A6m dann noch die pfeile richtig macht ist
dann alles safe

5.3.4 Fall 4: Gruppe G08 (leistungsheterogen)

Die Gruppe G08 besteht aus den Schüler*innen *A8m* (männlich, 15 Jahre alt), *B8m* (männlich, 14 Jahre alt) und *C8w* (weiblich, 15 Jahre alt). Die Lernenden erzielten im Systemkompetenztest unterschiedliche Resultate (Niveaustufen 1 = *C8w*, 2 = *A8m* und 3 = *B8m*), sodass sie als Fallbeispiel einer leistungsheterogenen Untersuchungsgruppe fungieren. Der Strukturindex aus den Concept Maps entspricht einem mittleren Wert und ist vergleichbar mit den Ergebnissen der Gruppe G06 (leistungshomogene Gruppe mit mittlerem Fähigkeitsniveau).

Deskriptive Analyse des Arbeitsprozesses der Gruppe G08

In der Abb. 47 wird ersichtlich, dass der Systemorganisationsprozess die Phasen Display Stage, Webbing Stage sowie das Einzeichnen und Beschriften von Pfeilen umfasst. Die anderen theoretischen Phasen (Setting Stage, Sequencing Stage, Re-working Stage und Abstract Stage) sind nicht aufzufinden. Der gesamte Systemorganisationsprozess findet über eine Dauer von 35:06 Minuten statt und ist kaum durch Unterbrechungen gekennzeichnet. Kleinere Pausen dienen in erster Linie der Organisation und Überwachung des Arbeitsprozesses. Auffällig ist, dass nach der Display Stage direkt mit der Webbing Stage begonnen wird, ohne die Karten zunächst in Cluster anzuordnen (Setting Stage) oder lineare Ketten zu bilden (Sequencing Stage). Dies könnte einerseits für ein hohes fachliches Niveau sprechen, andererseits jedoch für ein unstrukturiertes Vorgehen innerhalb des Arbeitsprozesses.

Im zweiten Teil des Systemorganisationsprozesses kommt es zu einer längeren Überschneidung der Webbing Stage und der Phase des Einzeichnens und Beschriftens der Pfeile. Es wird deutlich, dass die Lernenden die gefundenen Verknüpfungen zwischen den Karten sichern wollen, indem sie die betreffenden Karten mit Pinnadeln befestigen, zwischen ihnen einen Pfeil ziehen und diesen beschriften. So entwickelt sich die Concept Map nach und nach zu einer komplexeren Struktur, wobei von Karte zu Karte gedacht wird und selten ein Blick auf das Gesamtgefüge des Systems geworfen wird. Neben diesen Phasen überschneiden sich auch die Phasen der Formulierung der Überschrift und der Formulierung des Antwortsatzes. Hierbei kommt es zu einer Arbeitsteilung, wobei sich *B8m* den Antwortsatz überlegt und aufschreibt, während die anderen beiden eine Überschrift ausformulieren. Generell ist die Arbeitsweise stark von kollaborativen Handlungen geprägt. Die Schüler*innen organisieren die Concept Map ko-konstruktiv und diskutieren häufig auf inhaltlicher Ebene. Obwohl *B8m* eine dominante Rolle einnimmt, fordert er immer wieder Rückmeldungen auf seine Entscheidungen ein.

Analyse der systemorganisierenden Handlungen der Gruppe G08

Abb. 47 bestätigt die Erkenntnisse aus der Segmentierungsanalyse, dass zwischen den Minuten 15 und 48 kontinuierlich am Systemorganisationsprozess gearbeitet wurde. Insgesamt wurden von der Untersuchungsgruppe 85 systemorganisierende Handlungen ausgeführt. Die Anteile der drei Lernenden differieren dabei deutlich. Die stärkste Dominanz geht von Schüler B8m aus, denn er beteiligt sich fast durchgängig am Arbeitsprozess und besitzt den größten Anteil systemorganisierender Handlungen (53). Auch Schüler A8m beteiligt sich häufig an der Systemorganisation (23). Im mittleren Teil der Abb. 47 ist zu sehen, dass sich viele Handlungen der Schüler A8m und B8m abwechseln. Dies deutet auf eine hohe Anzahl ko-konstruierender, systemorganisierender Handlungen hin. Schülerin C8w, die im Prä-Kompetenztest das niedrigste Niveau dieser Gruppe erreichte, beteiligt sich kaum am Arbeitsprozess (9). Zwar handelt sie über die gesamte Phase der Systemorganisation hinweg, jedoch nur in geringem Maße. Insgesamt ist jedoch herauszustellen, dass alle drei Lernenden sowohl systemabgrenzende als auch systemstrukturierende Handlungen durchführen.

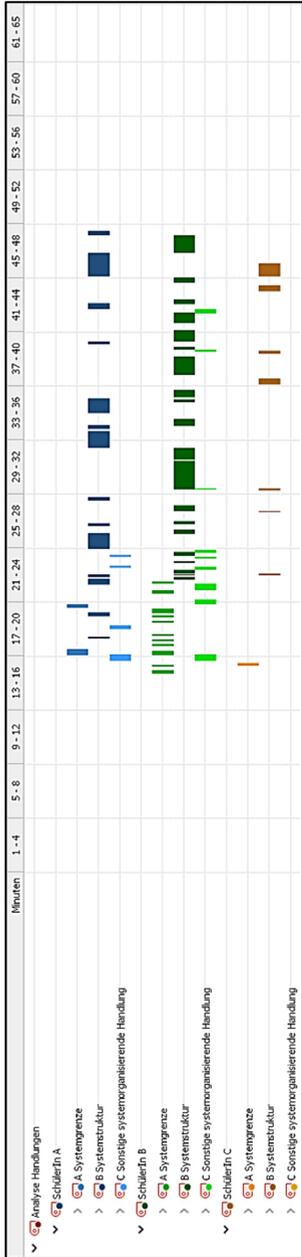
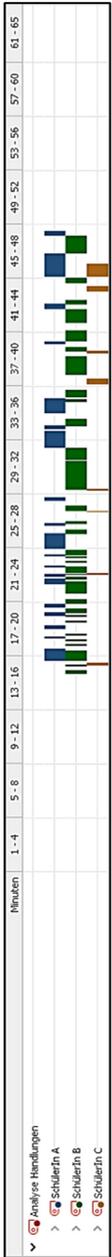
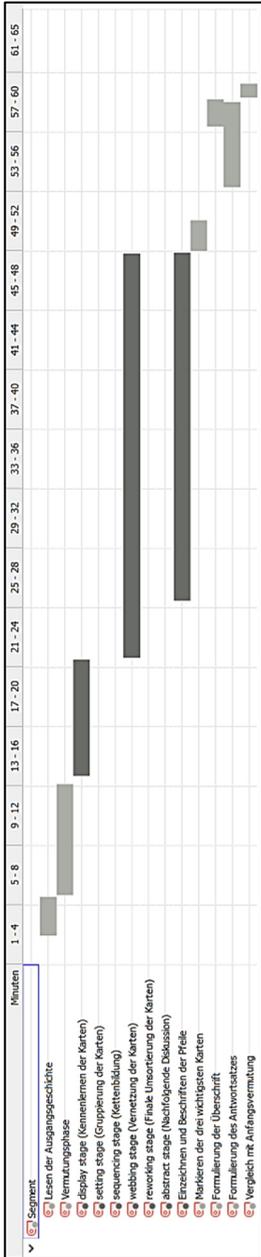


Abb. 47 | auf Seite 177 | 1. v. l.: Segmentierung des Arbeitsprozesses der Gruppe G08 (dunkelgrau: Phasen der Systemorganisation); 2. - 4. v. l.: Summierte Codelines der Gruppe G08 (2. v. l.: alle Handlungen summiert; 2. v. l.: alle Handlungen pro Schüler*in summiert; rechts: alle Handlungen pro Handlungsdimension summiert)

Anhand der Segmentierungsanalyse wurde festgestellt, dass während der Display Stage die Karten in wichtige und unwichtige Informationen unterschieden und damit als systemrelevant bzw. -irrelevant eingeteilt werden. Diese Handlungen bestätigen sich in der Abb. 48, denn die individuellen, systemabgrenzenden Handlungen finden ausschließlich zwischen den Minuten 15 und 21 statt, in denen auch die Display Stage erfolgte. In dieser Phase zeigt sich die stärkste Dominanz des Schülers B8m. Mit der Aussortierung seiner ersten Karte schlägt er vor, einen Stapel für unwichtige Karten zu kreieren, was von den anderen begrüßt wird. In der Folge werden von A8m zwei weitere und von C9w eine weitere Karte aussortiert. Die von C9w aussortierte Karte wird jedoch direkt wieder von A8m und B8m aufgenommen, indem sie C9w nach einer Begründung fragen, diese allerdings nicht überzeugend antworten kann, und ihren Standpunkt der Wichtigkeit der Karte verdeutlichen. B8m nimmt anschließend die meisten Karten in das System auf. Dies zeigt, dass er als erste Person der Gruppe ein kontextbezogenes Systemverständnis entwickelt und systemrelevante Elemente identifizieren kann. Insgesamt führt die Gruppe 19 systemangrenzende Handlungen aus. Im Anschluss an diese Display Stage wurden keine weiteren Karten aussortiert oder wiederaufgenommen.

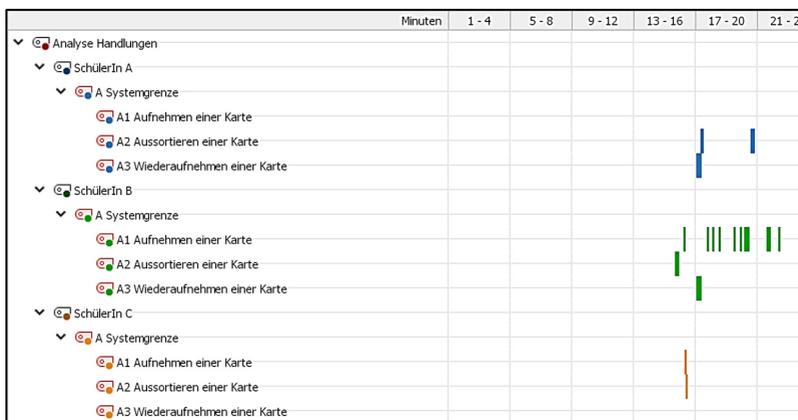


Abb. 48 | Codelines der Gruppe G08 zur Dimension A (Systemabgrenzende Handlungen)

Bezüglich der systemstrukturierenden Handlungen (Dimension B) wurden von Gruppe G08 vordergründig zwei Karten miteinander verknüpft (Kategorie B1a,

Tab. 20). Darüber hinaus wurden vier divergente/konvergente Strukturen (B1b/B1c), zwei lineare Ketten (B1d) und eine Parallelstruktur (B1e) verknüpft. Die höchste Ebene der Relationsart (Kreislauf) wurde nicht erkannt. Neben den Verknüpfungshandlungen wurden mehrere vorhandene Strukturen um weitere Karten verlängert, wobei die Verlängerung einer Zweierverknüpfung (B2a) mit fünfmaligem Auftreten am häufigsten praktiziert wurde. Überdies wurden von der Gruppe zwei Integrationshandlungen durchgeführt, indem einmal eine Karte in eine bestehende Zweierverknüpfung (B3a) und einmal eine Karte in eine vorhandene Parallelstruktur (B3e) integriert wird. Das höchste Niveau bezüglich der Vernetzungsart wurde mit dem Umtauschen der Verknüpfung von zwei Karten erreicht (B4a). Insgesamt führte die Gruppe G08 44 systemstrukturierende Handlungen aus, wobei mit der Integration einer Karte in eine Parallelstruktur (B3e) hinsichtlich der Relations- und Vernetzungsart einmalig eine sehr hohes Systemkompetenzniveau offenbart wurde.

Tab. 20 | Darstellung der codierten Segmente zur Dimension B (Systemstrukturierende Handlungen) der Gruppe G08

		<i>Relationsart</i>					
		<i>zwei Karten (a)</i>	<i>divergente/ konvergente Struktur (b/c)</i>	<i>lineare Kette (d)</i>	<i>Parallelstruktur (e)</i>	<i>Kreislauf (f)</i>	<i>gesamt</i>
<i>Vernetzungsart</i>	<i>Verknüpfen (1)</i>	25	4	2	1	0	32
	<i>Verlängern (2)</i>	5	1	2	1	0	9
	<i>Integrieren (3)</i>	1	0	0	1	0	2
	<i>Umtauschen (4)</i>	1	0	0	0	0	1
	<i>gesamt</i>	32	5	4	3	0	44

Differenzierte Ergebnisse auf Individualebene der Gruppe G08

Schüler A8m organisiert das System in erster Linie durch das Verknüpfen von zwei Karten (Abb. 49). Er handelt während der gesamten Phase der Concept-Map-Erstellung und beteiligt sich damit aktiv am Systemorganisationsprozess. Sein höchstes Niveau erreicht er mit der Verlängerung einer bestehenden konvergenten

Struktur (B2c). Neben der hohen Anzahl an Zweierverknüpfungen (B1a) organisiert er das System durch vereinzelte Verknüpfungen einer konvergenten Struktur (B1b) und einer linearen Kette (B1d) sowie durch die Verlängerung einer Zweierverknüpfung (B2a). Außerdem beteiligt er sich bei der zwischenzeitlichen Gruppierung der Karten, die weitestgehend von Schüler B8m initiiert und umgesetzt wird, indem er eine Karte zuordnet (C2). Auffallend sind die zwei Revisionen einer Handlung im ersten Teil des Arbeitsprozesses (C3). Dies offenbart die Fähigkeit, inhaltliche Darstellungen der anderen Gruppenmitglieder zu durchdringen und entsprechend darauf zu reagieren. Es zeigt die Diskussionsbereitschaft und das Hinterfragen getätigter Handlungen im Rahmen des kollaborativen Lernens. Beide Revisionen schließen das Fragen nach einer Handlungsbegründung an den Handelnden ein, die in beiden Fällen nicht angemessen erörtert werden können und somit seine Revision bestätigen.

Schüler B8m offenbart neben der höchsten Anzahl an systemorganisierenden Handlungen auch die vielfältigsten Handlungen und Niveaus auf systemstrukturierender Ebene (Abb. 50). Wie bereits erwähnt, erarbeitet er sich bereits zu Beginn ein kontextbezogenes Systemverständnis und schafft es dadurch, die systemrelevanten Elemente schnell zu identifizieren. Dadurch erwirbt er ein Basiswissen, das ihm stärker als den anderen hilft, die Systemrelationen bei der Erstellung der Concept Map zu entdecken. Auf systemstrukturierender Ebene handelt er auf vielfältige Weise. Er verknüpft mehrmalig zwei Karten miteinander (B1a), mehrere divergente Strukturen (B1c), eine lineare Kette (B1d) und eine Parallelstruktur (B1e). Darüber hinaus verlängert er mehrere Zweierverknüpfungen (B2a) und lineare Ketten (B2d). Er integriert eine Karte in eine vorhandene Zweierverknüpfung (B3a), tauscht die Reihenfolge einer Zweierverknüpfung um (B4a) und erreicht mit der Integration einer Karte in eine bestehende Parallelstruktur das höchste Niveau der Gruppe (B3e). Dies unterstreicht wiederum sein hohes Systemverständnis, da er vorhandene Strukturen internalisiert und sie mit neuen Informationen komplex vernetzen kann. In Abb. 50 ist ebenfalls ersichtlich, dass er zu Beginn der Webbing Stage eine weitere Strukturierung schafft, indem er eine inhaltliche Kategorie („Blumenhandel“) bildet (C1) und bereits als systemrelevant identifizierte Karten zuordnet (C2), um einen besseren Überblick für die nachfolgende Verknüpfung der Karten zu erarbeiten. Auffällig sind auch die drei Revisionshandlungen, die, wie bei Schüler A8m, offenbaren, dass er die Handlungen der anderen Gruppenmitglieder aufmerksam verfolgt und hinterfragt und somit eine kollaborative und diskussionsbereite Arbeitsatmosphäre schafft.

Schülerin C8w weist im Gegensatz zu A8m und B8m deutlich weniger systemorganisierende Handlungen auf (Abb. 51). Sie beteiligt sich vereinzelt durch die Verknüpfung von zwei Karten (B1a). Obwohl sie keine weiteren Verknüpfungshand-

lungen durchführt, schafft sie es, eine vorhandene Parallelstruktur um eine weitere Karte zu verlängern (B2e; vgl. Teilkapitel unten: Identifizierung kollaborativer Handlungsmuster und diskursiver Auseinandersetzungen). Ob sie sich in diesem Zusammenhang auf die gesamte Struktur oder auf die einzelne Karte innerhalb der Struktur bezieht, ist nicht klar ersichtlich. Dennoch zeigt sie in diesem Moment eine ko-konstruktive Handlung, die für sie einzigartig innerhalb des Arbeitsprozesses ist.

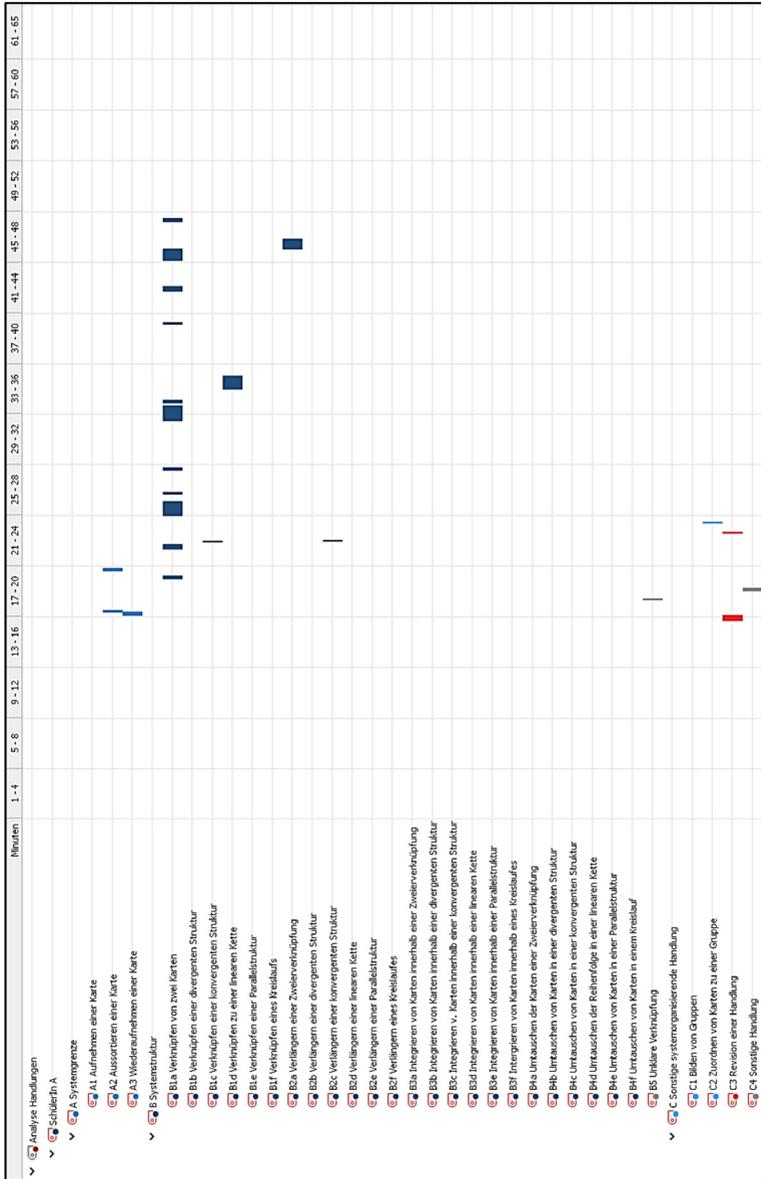


Abb. 49 | Codelines von Schüler A8m

Minuten	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	17 - 20	21 - 24	25 - 28	29 - 32	33 - 36	37 - 40	41 - 44	45 - 48	49 - 52	53 - 56	57 - 60	61 - 65
▼ Analyse Handlungen																
▼ Schülerin B																
▼ A Systemgenze																
A1 Aufnehmen einer Karte																
A2 Ausordnen einer Karte																
A3 Wieder aufnehmen einer Karte																
▼ B Systemstruktur																
B1a Verknüpfen von zwei Karten																
B1b Verknüpfen einer divergenten Struktur																
B1c Verknüpfen einer konvergenten Struktur																
B1d Verknüpfen zu einer linearen Kette																
B1e Verknüpfen einer Parallelstruktur																
B1f Verknüpfen eines Kreislaufs																
B2a Verlängern einer Zweierverknüpfung																
B2b Verlängern einer divergenten Struktur																
B2c Verlängern einer konvergenten Struktur																
B2d Verlängern einer linearen Kette																
B2e Verlängern einer Parallelstruktur																
B2f Verlängern eines Kreislaufs																
B3a Integrieren von Karten innerhalb einer Zweierverknüpfung																
B3b Integrieren v. Karten innerhalb einer divergenten Struktur																
B3c Integrieren v. Karten innerhalb einer konvergenten Struktur																
B3d Integrieren von Karten innerhalb einer linearen Kette																
B3e Integrieren von Karten innerhalb einer Parallelstruktur																
B3f Integrieren von Karten innerhalb eines Kreislaufs																
B4a Umtauschen der Karten einer Zweierverknüpfung																
B4b Umtauschen von Karten in einer divergenten Struktur																
B4c Umtauschen von Karten in einer konvergenten Struktur																
B4d Umtauschen der Reihenfolge in einer linearen Kette																
B4e Umtauschen von Karten in einer Parallelstruktur																
B4f Umtauschen von Karten in einem Kreislauf																
B5 Unklare Verknüpfung																
▼ C Systemgenze																
C1 Bilden von Gruppen																
C2 Zuordnen von Karten zu einer Gruppe																
C3 Revision einer Handlung																
C4 Sonstige Handlung																

Abb. 50 | Codelines von Schüler B8m

	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	41-44	45-48	49-52	53-56	57-60	61-65
<ul style="list-style-type: none"> ▼ <input type="checkbox"/> Analyse Handlungen ▼ <input checked="" type="checkbox"/> Schülerin C <ul style="list-style-type: none"> ▼ <input checked="" type="checkbox"/> A Systemgrenze <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> A1. Aufnahmen einer Karte <input checked="" type="checkbox"/> A2. Ausordnen einer Karte <input checked="" type="checkbox"/> A3. Wiederaufnahmen einer Karte ▼ <input checked="" type="checkbox"/> B Systemstruktur <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> B1a. Verknüpfen von zwei Karten <input checked="" type="checkbox"/> B1b. Verknüpfen einer divergenten Struktur <input checked="" type="checkbox"/> B1c. Verknüpfen einer konvergenten Struktur <input checked="" type="checkbox"/> B1d. Verknüpfen zu einer linearen Kette <input checked="" type="checkbox"/> B1e. Verknüpfen einer Parallelsstruktur <input checked="" type="checkbox"/> B1f. Verknüpfen eines Kreislaufs <input checked="" type="checkbox"/> B2a. Verknüpfen einer Zweierverknüpfung <input checked="" type="checkbox"/> B2b. Verknüpfen einer divergenten Struktur <input checked="" type="checkbox"/> B2c. Verknüpfen einer konvergenten Struktur <input checked="" type="checkbox"/> B2d. Verknüpfen einer linearen Kette <input checked="" type="checkbox"/> B2e. Verknüpfen einer Parallelsstruktur <input checked="" type="checkbox"/> B2f. Verknüpfen eines Kreislaufs <input checked="" type="checkbox"/> B3a. Integrieren von Karten innerhalb einer Zweierverknüpfung <input checked="" type="checkbox"/> B3b. Integrieren von Karten innerhalb einer divergenten Struktur <input checked="" type="checkbox"/> B3c. Integrieren v. Karten innerhalb einer konvergenten Struktur <input checked="" type="checkbox"/> B3d. Integrieren von Karten innerhalb einer linearen Kette <input checked="" type="checkbox"/> B3e. Integrieren von Karten innerhalb einer Parallelsstruktur <input checked="" type="checkbox"/> B3f. Integrieren von Karten innerhalb eines Kreislaufs <input checked="" type="checkbox"/> B4a. Umtauschen von Karten in einer konvergenten Struktur <input checked="" type="checkbox"/> B4b. Umtauschen der Reihenfolge in einer linearen Kette <input checked="" type="checkbox"/> B4c. Umtauschen von Karten in einer Parallelsstruktur <input checked="" type="checkbox"/> B4f. Umtauschen von Karten in einem Kreislauf <input checked="" type="checkbox"/> B5. Unklare Verknüpfung ▼ <input checked="" type="checkbox"/> C Sonstige systemorganisierende Handlung <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> C1. Bilden von Gruppen <input checked="" type="checkbox"/> C2. Zuordnen von Karten zu einer Gruppe <input checked="" type="checkbox"/> C3. Revision einer Handlung <input checked="" type="checkbox"/> C4. Sonstige Handlung 																

Abb. 51 | Codelines von Schülerin C&w

Identifizierung kollaborativer Handlungsmuster und diskursiver Auseinandersetzungen der Gruppe G08

In Abb. 52 werden die kollaborativen Handlungsweisen anhand einer Beispielsequenz, die zwischen den Minuten 20:35 und 22:04 stattfindet, analysiert. Die Sequenz wurde ausgewählt, weil sie einerseits eine hohe Abfolge systemorganisierender Handlungen zeigt und andererseits alle drei Lernenden am Systemorganisationprozess beteiligt sind.

Zu Beginn nimmt Schüler B8m die Karte 14 („Naivasha-See“) auf (A1), indem er sie als zentrale Karte des Systems benennt und platziert. Die anderen beiden Gruppenmitglieder stimmen dem zu. Anschließend konstruiert er durch das Aufeinanderstapeln von Karten eine Gruppe „Blumen“ (C1). Dieser Kategorie ordnet er insgesamt fünf Karten zu. Die anderen Lernenden schauen zwar zu, kommentieren die Handlungen jedoch nicht, was als stille Zustimmung oder Nicht-Verstehen der Handlungen von B8m zu interpretieren ist. Nach dieser Teilsequenz verknüpft Schüler A8m zwei Karten miteinander (K4→K8), die als eine der wichtigsten Verbindungen innerhalb des Systems auch von den Expert*innen erkannt wurden (vgl. Kap. 4.2.2), und erläutert diese Beziehung sehr ausführlich und für die anderen nachvollziehbar, denn sie stimmen der Handlung zu. Schüler B8m internalisiert jene Zweierverknüpfung sehr schnell, denn er verlängert diese direkt um die Karte 12 („Abwasser im See“) und entwickelt eine erste lineare Kette. Im nächsten Handlungsschritt nutzt Schüler A8m diese lineare Kette und formt sie mithilfe der zentralen Karte (K14: „Naivasha-See“) um. Er legt zunächst die Karten K4 und K12 zu einer divergenten Struktur an K14, welche anschließend wieder bei der Karte K8 konvergieren. Somit erschafft er eine Parallelstruktur, in welche danach von Schüler B8m die zusätzliche Karte K19 („Artenvielfalt“) integriert wird (B3e). Mit dieser Handlung wird das höchste Niveau der Gruppe erreicht und es wird deutlich, dass dies nur durch die ko-konstruktiven Handlungsweisen der Schüler A8m und B8m erreicht werden konnte. Im Anschluss verlängert Schülerin C8w jene Parallelstruktur um eine Karte (K4→K18), was auch von den anderen Gruppenmitgliedern anerkannt wird.

In dieser Sequenz wird deutlich, dass die Gruppe G08 ko-konstruktive Handlungen realisiert und diese dazu führen, komplexere Verbindungen zwischen den Karten herzustellen. Vor allem die Schüler A8m und B8m ergänzen sich gegenseitig und sind in der Lage, die Verknüpfungen des anderen nachzuvollziehen und darauf zu reagieren. Darüber hinaus kommt es zu einer indirekten Handlungsanknüpfung, wenn Schüler A8m die lineare Kette mit der zentralen Karte 14 verknüpft. Dies zeigt, dass er sowohl ein inhaltliches als auch ein graphisch-strukturelles Systemverständnis entwickelt hat. Die fünf zusätzlichen Erläuterungen einer Handlung

machen deutlich, dass die Lernenden gewillt sind, den anderen ihre Gedankengänge mitzuteilen, um kollaborativ arbeiten zu können. Zwar treten in dieser Beispielsequenz keine Widersprüche auf, jedoch wurden Revisionen einer Handlung und die sich anschließenden diskursiven Auseinandersetzungen bereits im vorhergehenden Teilkapitel analysiert.

Im Verlauf des Arbeitsprozesses bilden sich Allianzen von A8m und B8m gegen C8w (z. B. ab 00:15:20). Die Handlungen von C8w werden mehrfach hinterfragt, indem eine Begründung eingefordert wird. Eine weitere Beobachtung ist, dass A8m viele Zweierverknüpfungen herstellt und diese daraufhin von B8m um weitere Karten ergänzt werden. Es verdeutlicht das hohe Niveau des Schülers B8m, da er in der Lage ist, sowohl Verknüpfungen von anderen zu internalisieren als auch jene Verknüpfungen zu erweitern

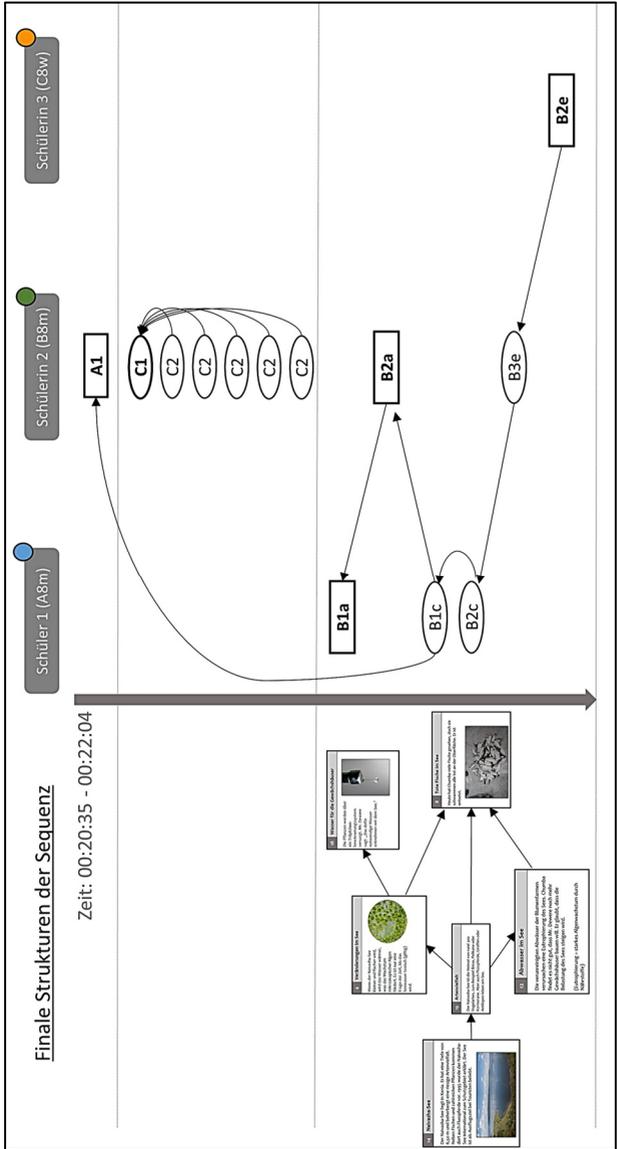


Abb. 52 | Exemplarische Handlungssequenz der Gruppe G08 (für eine ausführliche Erklärung dieser Darstellungsweise siehe Kap. 4.2.4.4, Abb. 25)

Bezüge zur anfangs gestellten Problemfrage im Arbeitsprozess der Gruppe G08

In der Vermutungsphase berät die Gruppe gemeinsam über mögliche Antworten. B8m nennt und erläutert zunächst zwei Möglichkeiten („überfischung“ und „erderwärmung“). Nach längerer Überlegungszeit greift A8m die Schuldfrage auf („da steht aber auch wer ist schuld“) und verdeutlicht damit, dass die beiden bisherigen Möglichkeiten nicht zufriedenstellend für ihn sind. C8w erwidert daraufhin, dass „die menschen“ schuld seien und personifiziert damit die Frage nach einem Schuldigen, wenn auch auf abstrakter Ebene. B8m stimmt ihr zu, will aber diesen Ansatz noch stärker differenzieren („wir können ja menschen hinschreiben und das dann nochmal unterteilen“). In der Folge formuliert B8m eine ausführliche Vermutung, in welcher er die beiden genannten Vermutungen miteinander verknüpft und die Menschen als personifizierte Schuldigen einbringt.

00:04:40 - 00:07:58

- B8m:** also als erstes überfischung
dass die den see überfischt haben
und dadurch (--) weniger fische da sind (3.0)
- A8m:** mhm (*zustimmend*) (7.0)
- B8m:** und vielleicht auch durch die erderwärmung
dass es da dann zu warm ist und die da nicht
mehr leben können (18.0)
- A8m:** <<liest vom Arbeitsblatt vor> verschiedene ver-
mutungen> (24.0)
- B8m:** was sollen wir aufschreiben?
- A8m:** wir können ja einfach nur aufschreiben (-) we-
gen-wegen/
da steht aber auch wer ist schuld (3.0)
die überfischung
- C8w:** na die menschen
- A8m:** hö hö hö klar C8w hätt ich jetzt auch gesagt
- C8w:** na wer ist denn für die erderwärmung verant-
wortlich?
- B8m:** wir können ja menschen hinschreiben und das dann
nochmal unterteilen was die/(...)
wir können ja aufschreiben
dadurch dass die (-) äh bevölkerung der menschen
steigt steigt auch die anfrage an ESSEN
und äm dadurch müssen sie halt mehr fischen
dadurch gehen die bestände zurück (2.0)
- A8m:** und weniger fische sind da
- B8m:** und/
- A8m:** und wegen der erderwärmung ist das

- B8m:** dann schreiben wir gleich noch
die erderwärmung trägt auch in gewissermaßen
dazu bei/
dadurch dass sich das wasser auch erwärmt (-)
können die fische da (-) auf/
A8m: der leben/ der lebensraum ist dann zu WARM
sagen wirs mal so
ja das können wir so aufschreiben

In diesem Abschnitt wird deutlich, dass B8m eine hohe Sachkompetenz bzw. hohe Vorwissensbestände aufweist und diese zur Beantwortung der Frage nutzt. A8m und C8w tragen dennoch durch ihre Hinweise und Fragen (z. B. „na wer ist denn für die erderwärmung verantwortlich?“) dazu bei, dass die Vermutung stärker ausdifferenziert wird. Diese Verhaltensweisen werden auch im nächsten Abschnitt deutlich. In der Display Stage beginnt die Gruppe damit, wichtige von unwichtigen Karten zu separieren. Aufgrund des zu diesem Zeitpunkt geringen Systemverständnisses von C8w will sie die Karte 16 („Hohe Nachfrage an Blumen“) aussortieren. A8m hinterfragt diese Handlung („warum ist das nicht wichtig?“). C8w nimmt zu diesem Zeitpunkt wahr, dass sie keine Antwort parat hat und reagiert mit einer Gegenfrage: „was warum willst denn du das begründet haben?“. A8m, der zu diesem Zeitpunkt ein höheres Systemverständnis aufweist, macht deutlich, dass es „in der ganzen arbeit um die BLUMEN“ geht. Er zeigt damit, dass der Blumenhandel entscheidend für die Beantwortung der Leitfrage sein wird. Dies wird von B8m unterstützt, indem er auf die Überschrift des Arbeitsblattes („Wo Rosen sind, sind auch Dornen“) verweist.

00:15:21 - 00:16:02

- C8w:** <<legt K16 zum Stapel der aussortierten Karten>
blumen sind unwichtig>
A8m: ((nimmt K16 und liest sie sich durch))
hä warum ist das nicht wichtig?
C8w: das ist unwichtig
A8m: warum? (2.5)
gib ne erklärung warum das unwichtig ist
C8w: was warum willst denn du das begründet haben?
A8m: ES GEHT in der ganzen arbeit um die BLUMEN
B8m: <<zeigt auf die Überschrift> guck dir mal die
überschrift an>
A8m: C8w
C8w: findest du das wichtig?
A8m: man könnte da bestimmt was draus machen
C8w: na gut

Auch in der Phase des Markierens der drei wichtigsten Karten werden Begründungen für Aussagen bzw. Handlungen eingefordert. Nach der Aussage von C8w, dass die „pestizide“ (K20) markiert werden sollten, hinterfragt wiederum A8m („und warum pestizide?“). Die im Satz abbrechende Antwort von C8w lässt darauf schließen, dass sie entweder ein geringes Systemverständnis aufweist oder die Zusammenhänge nicht ausformulieren kann. Im nachfolgenden Teil erläutert B8m eine Ursache-Wirkung-Folge-Kette anhand dreier Karten (K1→ K4→ K8), die er damit als die drei wichtigsten Karten des Systems ansieht und markiert. Die Fähigkeit zur Komplexitätsreduktion nach Fertigstellung der Concept Map und das Versprachlichen der zentralen Zusammenhänge unterstreicht das hohe Systemkompetenzniveau von B8m.

00:47:54 - 00:49:42

- B8m:** ((liest den Arbeitsauftrag zum Markieren der wichtigsten Karten vor))
[blumenplantagen]
- A8m:** [blumenplantagen] auf jeden fall
(B8m markiert K1)
- C8w:** dann machen wir noch (--) <<zeigt auf K4> veränderungen im see>
<<zeigt auf K20> pestizide>
- B8m:** okay
(B8m markiert K4)
- A8m:** und warum pestizide?
- C8w:** na weil dadurch der/ (2.0)
- B8m:** vielleicht wachstum der bevöl/ bevölkerungswachstum
oder steigender blumenhandel
- C8w:** ja
- A8m:** die meisten faktoren/ haben die nicht <<zeigt auf K13> damit was zu tun>
- C8w:** dann mach die stadt noch als wichtig
- B8m:** ((legt den Marker auf den Tisch))
hier mach das (---)
gibt es irgendwas wo viele pfeile hingehen?
vielleicht hier <<zeigt auf K12> abwasser im see> oder/
<<zeigt auf K8> oder tote fische> (--) das ist ja die folge
<<zeigt auf K1> das hier (.) ist die ursache>
<<zeigt auf K4> die wirkung>
<<zeigt auf K8> die folge>
- C8w:** ((markiert K8))

In einem letzten Beispiel – dem schriftlichen Beantworten der Leitfrage – werden die zentralen Zusammenhänge des Systems von B8m erläutert. Dabei personifiziert er die Schuldfrage auf den „blumenhandel“ und erklärt, welche Folgen daraus entstehen bzw. wie es zu Chumbas Situation des geringen Fischfangs kommt.

00:52:30 – 00:52:47

A8m: *((liest den Arbeitsauftrag zur Beantwortung der Leitfrage vor))*

B8m: schuld an chumbas situation ist (--) eindeutig/
blumenhandel (--) der (-) mit der pestizide (-)
ist/

blumenhandel der pestizide benutzt
(unv.)

aber das hat zur folge/ das abwasser im see
kommt

dadurch verändert er sich
tote fische

A8m: ja dann [schreib]/

B8m: [chumba] verdient weniger

Nutzung von Scaffolding-Angeboten der Gruppe G08

Insgesamt hat die Gruppe zweimal die verbleibende Zeit thematisiert, wobei Schülerin C8w als Zeitwächterin agierte. Zu Beginn der Display Stage wurde sie gefragt, jedoch hat A8m eine Antwort zu lange gedauert, sodass er selbst nachgeschaut hat.

00:13:26 – 00:13:46

B8m: wieviel zeit haben wir noch C8w

C8w: *((zählt die restlichen Minuten auf ihrer Uhr))*

A8m: oh C8w

wie lange haben wir noch

bis fünfzig

das sind noch vierzig minuten

Nach der Fertigstellung der Concept Map spricht wiederum B8m über die verbleibende Zeit und bedankt sich ironischerweise bei C8w, die ihre Pflichten nicht erfüllt hat. Nichtsdestotrotz hat die Gruppe G08 all ihre Aufgaben rechtzeitig erfüllt.

00:47:28 – 00:47:32

B8m: wir haben jetzt noch fünf minuten leute
C8w danke zeitwächter

Die Rolle des Gruppenverantwortlichen wird zu keiner Zeit angesprochen. Dies könnte daran liegen, dass dessen Rollenaufgaben unklar waren oder sie sich auf eine gleichberechtigte Arbeitsweise geeinigt haben.

Probleme während des Arbeitsprozesses und Anzeichen für Über-/Unterforderung der Gruppe G08

Probleme im Arbeitsprozess der Gruppe G08 treten sowohl auf formaler als auch auf inhaltlicher Ebene auf. Auf formaler Ebene wird hinterfragt, ob die Vermutungen in Stichpunkten oder in Sätzen formuliert werden sollen (00:06:34), wofür die Nummerierungen der Kärtchen stehen (00:14:07) oder wie der Name des Blumenplantagen-Chefs „Mister Dewere“ ausgesprochen wird (00:33:58). Außerdem bemerken sie erst sehr spät, dass in der rechten unteren Ecke der schriftliche Antwortsatz geschrieben werden soll, sie jedoch keinen Platz dafür freigehalten haben (00:40:11). All diese Probleme konnten jedoch in der Gruppe gelöst werden, indem entweder ein anderes Gruppenmitglied die Arbeitsaufträge besser verstanden hat oder sie gemeinsam zu einer Lösung kamen.

Auf inhaltlicher Ebene äußert Schüler A8m zu Beginn der Display Stage, dass es sehr viele Karten sind („wieviele sind denn das ey?“ (00:13:24)) und gibt damit Anlass zur Vermutung einer Überforderung aufgrund der hohen Kartenanzahl. Im weiteren Verlauf wird dieses Anzeichen jedoch nicht bestätigt, weil die Gruppe erfolgreiche Strategien im Umgang mit der Komplexität nutzt, z. B. Bilden eines Stapels mit aussortierten Karten oder das schrittweise Erstellen von linearen Ketten.

In einem weiteren Beispiel kommt es zu einer Diskussion zwischen C8w (niedrigstes Kompetenzniveau der Gruppe) mit A8m und B8m. B8m schlägt vor, zwischen den Karten 13 und 14 die Verknüpfung „wirkt sich auf“ oder „liegt an“ zu formulieren. Die erste Möglichkeit stellt eine dynamische Verknüpfung dar, die für ein höheres Niveau spricht. Die zweite Möglichkeit charakterisiert eine statische Verknüpfung auf niedrigerem Niveau (vgl. Kap. 4.2.2). C8w übernimmt die einfachere Variante und gibt als Begründung, dass es in erster Linie „irgendwie verbunden“ sein soll. Es zeigt, dass ihr Kompetenzniveau nicht ausreicht, um die vorgeschlagene, dynamische Verknüpfung kognitiv zu verarbeiten. Die Schüler A8m und B8m lassen dies letztendlich zu, obwohl sie ohne C8w wahrscheinlich eine andere Formulierung gewählt hätten.

00:40:38 – 00:41:22

A8m: dann haben wir noch das mit dem/ mit der stadt
hier
((zeigt auf K13))

B8m: äm (-) na <<zeigt auf K13 und K14> hier könnten wir sowas machen wir liegt an> (--) und das wirkt sich auf (-) aus

C8w: <<zeigt auf Verbindung von K13 zu K14> liegt an> ((zeichnet Linie zwischen K13 und K14))

B8m: ja aber

C8w: hauptsache es ist irgendwie verbunden (2.0)

A8m: ja/ das ist

B8m: so kannst du nicht/

A8m: hauptsache es ist verbunden ne?

B8m: so kannst du nicht rangehen

C8w: naja aber hier musst du ja sowieso was dranschreiben ((schreibt „liegt an“ auf Kartenverbindung)) (18.0)

B8m: gut

Darüber hinaus fällt es der Gruppe, vor allem A8m und C8w, schwer, die Überschriften der Kärtchen in einem sinnhaften, fachsprachlich richtigen Satz zu verbinden. Im folgenden Beispiel ist A8m überfordert damit, eine Verbindung zwischen der Karte 8 („Tote Fische im See“) und Karte 6 („Fischer Chumba“) zu formulieren. Auf den beiden Karten wird keine direkte Verbindung erwähnt, die von A8m genutzt werden kann. So wendet er sich an B8m, der zu diesem Zeitpunkt sowohl ein höheres Systemverständnis als auch ein höheres fachsprachliches Niveau aufweist. Dieser findet schließlich eine richtige Formulierung („beeinflusst den Job von“).

00:29:44 - 00:30:21

A8m: was sollen wir denn da hinschreiben?
wir müssen ja/ müssen so/ zumindest einen SATZ ergeben
<<liest Überschrift von K8> tote fische im see>
(3.0)
äh/

B8m: äm (3.0) beeinflussen (---) seinen job/ den job von fischer chumba

A8m: ((schreibt „beeinflusst den Job von“ zwischen K8 und K6))

6. Diskussion der Ergebnisse und Perspektiven für einen systemorganisierenden Geographieunterricht

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, die systemorganisierenden Handlungen von Schüler*innen im Rahmen der Mystery-Methode zu untersuchen. Obwohl eine theoretische Fundierung des geographischen Systemkonzepts in Form verschiedener Kompetenzmodelle stattfand, beziehen sich die bisherigen empirischen Erkenntnisse lediglich auf quantitative Prä-Post-Analysen oder werden aus anderen Fachdisziplinen übernommen (vgl. Kap. 1 und 2). In dem kaum erforschten Feld der Analyse der Lern- und Handlungsprozesse, die während der Durchführung eines systemorientierten Geographieunterrichts in kollaborativen Arbeitsformen stattfinden, sollen weitere Erkenntnisse darüber generiert werden, wie Lernende komplexe, geographische Systeme organisieren und welche allgemeinen Gestaltungsempfehlungen daraus abzuleiten sind. Innerhalb eines Fallstudiendesigns (YIN 2018) wurden vier theoretische Annahmen entwickelt, die handlungsleitend für den weiteren Forschungsprozess waren (vgl. Kap. 2.3): Die Zusammenhänge zwischen der Systemorganisationskompetenz und (1) Problemorientierung, (2) kollaborativem Lernen, (3) vorstrukturierter Offenheit und (4) graphischer Repräsentation. Jene theoretischen Annahmen brachten weitere Teilforschungsfragen hervor, die an dieser Stelle beantwortet bzw. diskutiert werden sollen. Als Grundlage dazu dienen die fallbezogenen, empirischen Ergebnisse aus Kapitel 5. In den folgenden Abschnitten wird diskutiert, inwiefern die theoretischen Annahmen in der realen Praxis belegt oder widerlegt werden können. Es werden Ursachen für jene Ausprägungen erörtert sowie Perspektiven für einen systemorganisierenden Geographieunterricht abgeleitet.

6.1 Systemorganisationskompetenz und Schlüsselemente für die Lösung eines komplexen Problems

Gute Systemdenkende bzw. Problemlösende behalten den Blick auf das Ganze und können Schlüsselemente für die Lösung eines komplexen Problems bestimmen (BAUMERT ET AL. 2003; WATERS FOUNDATION 2010; LASKE, SCHULER 2012; MEHREN ET AL. 2014; MEHREN ET AL. 2017). Sie strukturieren und überwachen selbstständig ihren Problemlöseprozess (BETSCH ET AL. 2011; LASKE, SCHULER 2012).

- Inwiefern stellen die Kleingruppen eine Verbindung zu der anfangs gestellten Problemfrage während des Arbeitsprozesses her?
- Auf welchem Komplexitätsniveau formulieren sie eine Lösung auf die Problemfrage?
- Welche Karten benennen sie als Schlüsselemente des Systems?

Innerhalb der Unterrichtseinheit „Rosen am Naivasha-See“ wurden die fünf Phasen des Problemlösemodells nach BETSCH ET AL. (2011) bereits integriert (vgl. Kap. 2.2.5.1). Demnach wurden die Lernenden allein aufgrund der Unterrichtsgestaltung dazu aufgefordert, einen strukturierten Problemlöseprozess zu durchlaufen. Da alle Gruppen diesen Prozess erfolgreich absolviert haben und alle Phasen innerhalb der Videoanalyse rekonstruiert werden konnten, kann geschlussfolgert werden, dass die Mystery-Methode im Allgemeinen geeignet ist, um Problemlösekompetenz zu entwickeln bzw. zu fördern. Dennoch konnte festgestellt werden, dass die Phasenübergänge kaum zur Überwachung des Problemlöseprozesses eingesetzt wurden. Stattdessen wurde die Zeit genutzt, um den Arbeitsplatz umzustrukturieren (G01, 00:13:10) oder Off-Topic-Gespräche zu führen (G06, 00:28:00; G09, 00:14:10). Lediglich G08 bespricht zwischenzeitlich das weitere Vorgehen in der Gruppe (G08, 00:22:26). Für einen fokussierteren und erfolgreicherem Problemlöseprozess, vor allem für die leistungsschwächeren Gruppen, sollten demnach kurze, angeleitete Reflexionsphasen eingebracht werden, in denen die erfüllten und noch bevorstehenden Aufgaben verglichen werden, um gegebenenfalls Änderungen vorzunehmen.

Eine Verbindung zur anfangs gestellten Leitfrage konnte während des Systemorganisationsprozesses, also vom Kennenlernen der Karten bis hin zur Fertigstellung der Concept Map, kaum beobachtet werden. Der Schüler C6m der Gruppe G06 bezieht sich als einziger zweimalig direkt auf die Leitfrage, indem er zwischenzeitliche Antwortmöglichkeiten formuliert (vgl. Kap. 5.3.3). Bei den Gruppen G01 und G08 werden am Anfang der *Display Stage* zwei Stapel mit den wichtigen und unwichtigen Karten auf Grundlage der Leitfrage separiert. Da sich zu diesem Zeitpunkt das Systemverständnis erst entwickelt, werden zunächst Karten kategorisiert, die sich direkt auf die Leitfrage beziehen. Im weiteren Verlauf entdecken die Gruppen jedoch, dass auch Informationen auf den Karten des aussortierten Stapels vorkommen, die sich nicht direkt auf die Leitfrage beziehen, aber dennoch systemrelevant sind. Aus diesem Grund werden in der Folge nur noch die Kartenbeziehungen thematisiert, ohne auf die Leitfrage einzugehen. Dies zeigt sich vor allem auch bei Gruppe G01, die im Laufe des Systemorganisationsprozesses alle Karten als wichtig deklariert und somit keine Systemgrenze zieht (vgl. Kap. 6.4). In den Prä- und Post-Phasen des Systemorganisationsprozesses gehen alle Lerngruppen mehr oder weniger auf die Leitfrage ein, allerdings ist dies auch durch die Arbeitsaufträge gefordert. Es ist auffällig, dass die Gruppen G01 und G08 den Schuldaspekt der Leitfrage in der Vermutungsphase personifizieren. Beide Gruppen thematisieren den Klimawandel als Hauptursache, erweitern aber ihre Vermutung um den Aspekt der „Menschen“, die den Klimawandel antreiben.

Die Gruppen G09 und G06 hingegen verbleiben auf der thematischen Ebene. Damit wird deutlich, dass die Art der Fragestellung entscheidend ist für den weiteren

Umgang damit. SCHULER (2012) verweist in diesem Zusammenhang auf die drei Möglichkeiten, eine Leitfrage zu stellen: einen Sachzusammenhang darstellen (*Welche Zusammenhänge führen zu Chumbas Situation?*), eine ethische Frage bewerten (*Wer ist schuld an Chumbas Situation?*) oder eine Entscheidungsfrage beantworten (*Wird Chumba seinen Beruf wechseln müssen?*). Erstere verbleibt auf der Ebene der faktischen Komplexität und distanziert sich von einer Bewertung der Sachzusammenhänge. Die zweite und dritte Möglichkeit verbinden die faktische mit der ethischen Komplexität, indem auf der Basis von inhaltlichen Sachzusammenhängen ein Urteil gefällt wird. Vor allem für die Gruppe G09 ist das Fällendes eines ethischen Urteils zu schwer (vgl. Kap. 5.2). Die Lernenden verharren in ihrem Antwortsatz auf unstrukturierten Sachzusammenhängen. Zur Anbahnung komplexer Systeme im Geographieunterricht sollten dennoch sowohl faktische als auch ethische Komplexität integriert werden (OHL 2013), wobei vor allem leistungsschwächere Lernende durch Scaffolding-Angebote wie Formulierungshilfen unterstützt werden sollten.

Die Analyse der schriftlichen Antwortsätze auf die problemorientierte Leitfrage gehört zu den in der Literatur am weitesten verbreiteten Diagnoseinstrumenten der Mystery-Methode (vgl. Kap. 4.2.3). Bei dieser Analyse wird deutlich, dass das schriftliche Ausformulieren von inhaltlichen Zusammenhängen und eines ethischen Urteils hohe allgemein- und fachsprachliche Voraussetzungen erfüllen muss. Die Schülerin B6w verfügt über sehr gute Deutschkenntnisse (Schulnote Deutsch: 1) und ist in der Lage, das höchste Niveau im Antwortsatz zu erreichen. Die Gruppe G01, die den höchsten Strukturindex in den Concept Maps erreicht und damit das höchste Niveau an Systemkompetenz zeigt (vgl. Kap. 6.4), erzielt lediglich ein mittleres Niveau im Antwortsatz. Dies bedeutet, dass das schriftliche Ausformulieren von systemischen Zusammenhängen nicht mit der mentalen Repräsentation dieser zusammenhängt. Daher sollte die Analyse der schriftlichen Antwortsätze nach BIGGS, COLLIS (1982) stark hinterfragt werden. Darüber hinaus wird in den Videoanalysen deutlich, dass während dieser Phase keine Kollaboration stattfindet. In drei der vier Untersuchungsgruppen formuliert lediglich eine Person den Antwortsatz. Die anderen hören zu, schreiben ihn auf oder beschäftigen sich mit anderen Aufgaben. Aus diesem Grund wird dafür plädiert, dass entweder jeder Gruppenteilnehmende eine eigene Antwort schriftlich fixiert, um eine Individualdiagnose zu erstellen, oder andere Diagnoseverfahren genutzt werden, wie z. B. die mündliche Präsentation der Zusammenhänge.

Die Theorie besagt außerdem, dass gute Systemdenkende in der Lage sind, Schlüsselemente für die Lösung eines komplexen Problems zu bestimmen (WATERS FOUNDATION 2010). MEHREN ET AL. (2016) sprechen in diesem Zusammenhang von der Fähigkeit der Komplexitätsreduktion. Bei einem Gruppenvergleich ist bemerkenswert, dass alle vier Untersuchungsgruppen die Karte 4 („Veränderungen im

See“) als eine der drei wichtigsten Karten ausgewählt haben – jene Karte, die auch von den Expert*innen als die mit Abstand wichtigste Karte angesehen wird. Somit kann geschlussfolgert werden, dass alle Gruppen das Schlüsselement des Systems entdeckt haben und die Fähigkeit zur Komplexitätsreduktion nachgewiesen haben. Ein Hauptgrund für diesen positiven Zusammenhang könnte in der Systemstruktur und dem engen Bezug zur Leitfrage liegen. Einerseits ergeben sich bei der Organisation des Systems verschiedene Handlungsstränge, die in der konvergenten Struktur münden, dass sich der See verändert (z. B. durch Verschmutzung der städtischen Abwässer, durch Wasserentnahme der Blumenfarmen, durch Algenwachstum). Andererseits bewirken die Veränderungen im See das wachsende Fischsterben, welches als direkter Zusammenhang zur unglücklichen Situation von Chumba aufgefasst werden kann. Bei weiterführender Analyse der drei wichtigsten Karten ist zu erkennen, dass die Gruppen G01, G06 und G08 jeweils eine weitere Karte, die auch von der Expert*innen ausgewählt wurde, erkannt haben (Karte 1: „Blumenplantagen“ bzw. Karte 13: „Naivasha-Stadt“). Dies unterstützt die Theorie, dass sie weitere Karten als Schlüsselemente ansehen, die zu den Veränderungen im See führen. Sie formen direkte Ursache-Wirkungszusammenhänge, anhand derer sie eine Antwort auf die Leitfrage geben können. Im Gegensatz dazu ist die Gruppe G09 nicht in der Lage, eine weitere systemrelevante Karte, außer der genannten Karte 4, zu markieren, was auch hier wieder demonstriert, dass leistungsschwächere Lernende vermehrt Scaffolding-Angebote zur Bewältigung der Komplexität benötigen.

Zusammenfassung

Es wird bestätigt, dass die Mystery-Methode dazu beitragen kann, Problemlösekompetenz zu fördern bzw. zu entwickeln, wenn sie nach den fünf Phasen des Problemlöseprozesses nach BETSCH ET AL. (2011) konstruiert wurde.

Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass direkte Bezüge zur anfangs gestellten Leitfrage kaum während des Systemorganisationsprozesses auftauchen. Vor allem zur Systemabgrenzung ist dieser Bezug jedoch essentiell.

Der schriftliche Antwortsatz als Diagnoseinstrument zur Analyse der inhaltlichen Komplexität muss kritisch hinterfragt werden. Die Fallanalyse zeigt, dass die kognitive Durchdringung des Systems nicht mit der Fähigkeit zusammenhängt, die Zusammenhänge in ihrer Komplexität verbalisieren zu können. Lernenden mit einer hohen Systemkompetenz verfügen nicht automatisch über eine hohe Sprachkompetenz.

Sowohl Lernende mit hoher als auch mit niedriger Systemkompetenz sind in der Lage, Schlüsselemente eines Systems zu bestimmen. Wichtig ist jedoch, innerhalb des Unterrichts zu ergründen, warum jene Schlüsselemente ausgewählt wurden.

Hinweise für die Integration von problemorientiertem Lernen in einen systemorganisierenden Geographieunterricht

- Zur stärkeren Überwachung des Problemlöseprozesses und zum fortwährenden Rückbezug auf die problemorientierte Leitfrage sollte das Modell von BETSCH ET AL. (2011) um reflektive Zwischenphasen erweitert werden, die entweder vom Lehrenden gesteuert oder von den Lerngruppen selbstständig durchgeführt werden. Ein exemplarisches Modell, das diese Reflexionsphasen integriert, ist das See-Plan-Do-Reflect-Problemlöserad von CONRAD ET AL. (2012).
- Um die Fähigkeit zur Systemabgrenzung zu fördern, sollten einzelne Elemente in das geographische System integriert werden, die nicht oder nur entfernt mit dem systemischen Inhalt verknüpft werden können. So werden die Lernenden implizit dazu aufgefordert, eine Systemgrenze zu ziehen.
- Zur Anbahnung von Systemorganisationskompetenz sollten problemorientierte Leitfragen entwickelt werden, die sowohl die faktische als auch die ethische Komplexität umfassen (OHL 2013). Demnach sollten Leitfragen stets einen Bewertungs- oder Entscheidungsaspekt beinhalten (SCHULER 2012).
- Schriftliche Antwortsätze zur Diagnose des komplexen Verständnisses eines Systems sollten nicht als Gruppenaufgabe erledigt werden. Individuelle Verschriftlichungen ergeben ein viel differenzierteres Bild über den Lernprozess eines jeden Einzelnen und somit auch der Gruppe.
- Die mündliche Präsentation der komplexen Zusammenhänge geographischer Systeme kann sinnvollere Diagnosen und Bewertungen herbeiführen als die schriftlichen Antwortsätze.
- Die Komplexitätsreduktion auf zentrale Systemelemente und -relationen am Ende einer Systemorganisation ist sinnvoll. Diese sollte stets von den Lernenden begründet werden.

6.2 Systemorganisationskompetenz und kollaborative Handlungsweisen und -muster

Lernende mit hohem Systemkompetenzniveau können Systemelemente und deren Relationen umfassend und vernetzt identifizieren und sehen sie als Teil eines zusammenhängenden Ganzen (REMPFLER, UPHUES 2011; MEHREN ET AL. 2016; MEHREN ET AL. 2017). Bei der kollaborativen Organisation eines geographischen Systems äußern sich diese Fähigkeiten in komplexen systemorganisierenden, ko-konstruktiven Handlungs- und Kommunikationsweisen (ROTH, ROYCHOUDHURY 1992, 1993; BRUHN ET AL. 2000; VAN BOXTEL ET AL. 2002; BOLLMANN-ZUBERBÜHLER, KUNZ 2008; APPLIS 2012).

- Wie gehen Kleingruppen bei der Organisation eines geographischen Systems vor?
- Durch welche systemorganisierenden Handlungen wird der Arbeitsprozess bestimmt?
- Welche interindividuellen Unterschiede treten dabei auf?
- Welche kollaborativen Handlungsmuster können innerhalb des Systemorganisationsprozesses identifiziert werden?
- Inwiefern finden diskursive Auseinandersetzungen zwischen den Lernenden innerhalb des Systemorganisationsprozesses statt?

Die hohe Systemkompetenz der *Gruppe G01* äußert sich hauptsächlich in der höchsten Anzahl systemorganisierender Handlungen sowie dem Erreichen des höchsten Niveaus der Vernetzungs- und Relationsart bezüglich der Systemstruktur (vgl. Kap. 5.3.1). Dennoch muss erwähnt werden, dass nicht alle drei Lernenden gleichermaßen am Gruppenerfolg beteiligt waren. Schülerin C1w partizipierte bedeutend weniger als A1m und B1w und dies fast ausschließlich zu Beginn des Arbeitsprozesses, als die netzwerkartige Struktur noch weniger komplex war. Obwohl sie nachweist, dass sie die grundlegenden systemischen Zusammenhänge erkannt hat (00:13:14) und motiviert ist, sich am Systemorganisationsprozess zu beteiligen (00:14:01), sind die anderen beiden Teilnehmenden viel dominanter, so dass sie sich ab der Minute 24 nur noch mit den Aufgaben der Pfeilbeschriftungen oder dem Aufschreiben des Antwortsatzes begnügt. Die Vermutung liegt nahe, dass sie in einer anderen Gruppenkonstellation, z. B. mit leistungsschwächeren Personen oder in einer Zweiergruppe, eine höhere Beteiligung hätte und somit auch die Concept Map stärker nach ihren Vorstellungen konzipiert hätte. Zwar war sie sehr aufmerksam und vermutlich hat sie durch das Rezipieren der Äußerungen der anderen Gruppenmitglieder ein gutes Systemverständnis aufgebaut, jedoch fand kein aktiver, selbstbestimmter Systemorganisationsprozess im Sinne eines konstruktivistischen Lernens statt. Die Arbeitsweise der Gruppe G01 zeichnet sich

dennoch insgesamt durch viele ko-konstruktive Handlungen aus, bei denen gefundene Relationen von anderen Gruppenmitgliedern direkt und indirekt (nach zeitlichen anderen Handlungen) erweitert werden. Dies spricht für eine schnelle Internalisierung der Elementverbindungen, einem ständig wachsenden Systemverständnis, der Motivation, die Komplexität des Systems zuzulassen sowie geeignete Handlungsstrategien anzuwenden. Diese Erkenntnis wird durch die häufigen handlungsbegleitenden Äußerungen gestützt, in denen die Handlungen begründet bzw. erläutert werden und somit von den anderen Gruppenmitgliedern nachvollzogen werden können. Andererseits treten bei der Gruppe G01 kaum diskursive Auseinandersetzungen auf. Ein möglicher Grund dafür könnte der zugrundeliegende systemische Inhalt sein, der zwar hochkomplex ist, jedoch auf thematischer Ebene kaum Diskurse zulässt. Die inhaltlichen Zusammenhänge sind für die Lernenden der Gruppe schnell klar. Eine Möglichkeit, Diskussionen zu fördern, wäre die Integration von widersprüchlichen Informationen, welche in der Gruppe zunächst mit objektiven oder subjektiven Wertemaßstäben beurteilt bzw. bewertet werden müssen. Dies könnte auch die Fähigkeit zur Systemabgrenzung unterstützen, da durch elaborierte Diskurse relevante von weniger relevanten Elementen getrennt werden könnten.

Im Gegensatz zu G01 ist die *Gruppe G09* zu keiner Zeit in der Lage, das System komplex zu organisieren. Das liegt vor allem an der gering vorhandenen Systemkompetenz der Lernenden, aber auch an der kaum existierenden kollaborativen Arbeitsweise. Die Gruppe zeigt selten ko-konstruktive Handlungsweisen, was dafür spricht, dass die Schüler*innen nicht in der Lage sind, die Gedankengänge der anderen nachzuvollziehen, um darauf angemessen reagieren zu können. Das kognitive Niveau reicht kaum dafür aus, bereits gewonnene Informationen so zu verinnerlichen, dass diese im weiteren Verlauf mit neuen Informationen verknüpfen werden. Ein wesentliches Kennzeichen dafür ist hohe Zahl der Verknüpfung zweier Karten (vgl. Kap. 5.3.2) – dem niedrigsten Niveau hinsichtlich der Relationsart und Vernetzungsart –, was dafür spricht, dass sie lediglich von Karte zu Karte denken. Sie benötigen vielmehr eine sukzessive Steigerung der Komplexität, um sich schrittweise ein Systemverständnis aufzubauen, z. B. durch die Vorgabe erster Zusammenhänge, welche sie erweitern oder der etappenweisen Darbietung der Informationen. Diskursive Auseinandersetzungen finden kaum statt, werden aber zweimalig von Schülerin A9w ausgelöst, indem sie das Aussortieren von Karten durch Schüler C9m hinterfragt. Dieser kann seine Handlungen nicht begründen, sodass die Karten wieder aufgenommen werden. Daran zeigt sich einerseits, dass den Lernenden die Motivation fehlt, sich mit dem Inhalt diskursiv auseinanderzusetzen. Andererseits wird deutlich, dass das Aussortieren zur willkürlichen Reduzierung der Komplexität angedacht war, inhaltlich jedoch nicht begründet werden kann, weil das Systemverständnis des Schüler C9m zu gering ist. Die Schüler*innen sind nicht in der Lage, über die systemischen Inhalte zu diskutieren, weil ihnen (vor

allem B9w und C9m) eine inhaltliche Grundlage fehlt und sie über gering ausgeprägte Argumentationskompetenzen verfügen (00:30:15). Jedoch muss das Verhalten von Schülerin A9w hervorgehoben werden, denn sie hinterfragt Handlungen der anderen, weil sie systemische Zusammenhänge erkannt hat. Diese Schülerin bringt immer wieder gute Ideen ein, jedoch wird sie oftmals durch das dominante Auftreten des Schülers C9m daran gehindert, sich durchzusetzen. Die Fähigkeit zur erfolgreichen Kollaboration hängt also nicht nur vom kognitiven Niveau der Lernenden ab, sondern auch von den sozialen Beziehungen. Dies stützt die Erkenntnisse von GAO ET AL. (2007), GRÜß-NIEHAUS (2010) und HUNDERTMARK (2012) aus Kap. 2.2.5.2. Der Gruppe G09 fehlt es außerdem an einem allgemeinen Verständnis für Systeme. Es fällt ihnen schwer, die Karten als einzelne Elemente zu identifizieren, die sie in der Folge miteinander verknüpfen sollen. Auch sind sie nicht in der Lage, das System als ein Ganzes anzusehen. Dies zeigt sich z. B. in dem unstrukturierten Antwortsatz, dem von-Karte-zu-Karten-Denken sowie dem anfänglichen Vernachlässigen der Informationstexte. Aus diesem Grund würde es der leistungsschwächeren Gruppe zugutekommen, wenn sie zum Aufbau einer geographischen Systemkompetenz zunächst ein grundlegendes Systemtraining absolvieren. Hinweise und Ratschläge dazu geben FRISCHKNECHT-TOBLER (2008) und RIEB ET AL. (2015).

Ähnliche Erkenntnisse lassen sich aus der Analyse der *Gruppe G06* schlussfolgern. Schüler C6m versucht sich, vor allem zu Beginn des Arbeitsprozesses, mit vielen Ideen einzubringen, die auch als fachlich richtig einzustufen sind, jedoch werden diese so lange von Schülerin B6w abgelehnt, bis er resigniert und sich kaum mehr beteiligt. Dies ist ein weiteres Indiz für den enormen Einfluss der sozialen Situation auf den Gruppenerfolg. In der *Webbing Stage* werden die Karten ausschließlich von Schülerin B6w auf der Arbeitsfläche positioniert, jedoch erklärt sie keine ihrer Handlungen genauer, sodass sie auch von den Mitschülern nicht nachvollzogen werden können. Es findet keinerlei Kollaboration statt. Die häufigen Off-Topic-Gespräche der Schüler A6m und C6m, während B6w die Karten anordnet, belegen diese These. Bei der sich anschließenden Phase des Einzeichnens und Beschriftens der Pfeile verbalisiert wiederum Schülerin B6w alle Kennzeichnungen. Zwar erklärt sie teilweise die Zusammenhänge zwischen den Karten, doch lässt sie keine anderen Vorschläge zu. Erneut findet keine Kollaboration statt. Die höchste Anzahl der systemorganisierenden Handlungen während dieses Abschnitts ist das „Verknüpfen zweier Karten“, was für die anfängliche These spricht, dass das System nur bedingt reduziert wird sowie eher von Karte zu Karte gedacht wird. Es muss jedoch festgehalten werden, dass mehrmalig lineare Ketten sowie divergente und konvergente Strukturen verlängert werden, was das Denken in linearen Ursache-Wirkungszusammenhängen beweist und einem mittlerem Kompetenzniveau entspricht. Diskursive Auseinandersetzungen zum Inhalt finden zu keinem Zeitpunkt statt. Hinsichtlich des Ziels der differenzierten Förderung aller Lernenden ist bei

dieser Gruppe anzumerken, dass für die Schüler A6m und C6m kein aktiver Lernprozess stattfand. Die Gruppenkonstellation ist aufgrund der Dominanz von Schülerin B6w suboptimal, wodurch das zu untersuchende, mittlere Leistungsniveau der Gruppe nur in Ansätzen analysierbar ist. Die Schülerin B6w muss lernen, wie kollaboratives Lernen auch gemeinschaftlich erfolgreich stattfinden kann. Die Gruppengröße hatte hierbei keinerlei Einfluss, denn auch bei einer Zweiergruppe wäre die Dominanz von B6w sehr groß gewesen. Die Schüler A6m und C6m hätten wahrscheinlich in einer Zweiergruppe sinnvoller arbeiten können.

Die bisherigen Erklärungsansätze in diesem Diskussionsteil orientieren sich an leistungshomogenen Untersuchungsgruppen. Aus theoretischer Sicht sollten beim Arbeitsprozess der *Gruppe G08* mehr diskursive Auseinandersetzungen stattfinden, da das unterschiedliche kognitive Fähigkeitsniveau verschiedene Handlungsstrategien, Zugänge zum geographischen System, Vorwissensbestände oder Argumentationsfähigkeiten suggeriert. Diese Annahme kann jedoch nur in Ansätzen bestätigt werden, weil der systemische Inhalt, wie bereits erwähnt, auf der thematischen Ebene kaum Diskussionen zulässt. In der Gruppe G08 finden insgesamt fünf Widersprüche bzw. „Revisionen einer Handlung“ (vgl. Kap. 5.3.4) statt, was für eine Arbeitsdauer von 35:06 Minuten innerhalb des Systemorganisationsprozesses eher gering erscheint, aber dennoch die höchste Anzahl im gesamten Untersuchungsfeld darstellt. Es kann anhand dieser Sequenzen rekonstruiert werden, wie diskursive Auseinandersetzungen ablaufen können: Schüler A8m (mittleres Niveau) hinterfragt dreimalig die Handlungen von Schülerin C8w (niedriges Niveau). Diese will sich erklären, schafft dies allerdings nicht aufgrund ihres niedrigen kognitiven Niveaus und der geringen Argumentationsfähigkeit. Anschließend versucht er, ihre Handlung schlüssig-argumentativ zu widerlegen. Schülerin C9w erkennt diese Argumentation an und zieht ihre Handlung zurück. Jene diskursive Auseinandersetzung findet auf der inhaltlichen Ebene statt und belegt die Behauptungen von LEAT, NICHOLS (1999), VANKAN (2007) und SCHULER (2012), dass innerhalb der Mystery-Methode Diskussionsprozesse stattfinden können. Auf der anderen Seite muss konstatiert werden, dass dies nur in geringem Maße und sehr oberflächlich geschieht. Die Handlungsbegründungen werden bei allen Gruppen selten ausformuliert und beruhen auf Zeigehandlungen mit abstrakten Äußerungen (z. B. G08, 00:21:24 „DAS zum beispiel hier DAS so zusammen“), die von den anderen Lernenden schwer nachzuvollziehen sind und Interpretationsspielräume zulässt. Es kann also festgehalten werden, dass die leistungsheterogene Gruppe die meisten diskursiven Auseinandersetzungen initiiert, diese jedoch von erschwerenden Faktoren eingeschränkt werden: die zu eindeutigen inhaltlichen Zusammenhänge, die teilweise geringen Argumentationsfähigkeiten der Schüler*innen sowie die Tatsache, dass nicht immer wieder die Gedanken so vollständig ausformuliert werden, dass eine gemeinsame Diskussionsbasis geschaffen

werden kann. Die Schüler*innen müssen in kollaborativen Lernsituationen vermehrt daran arbeiten, ihre Handlungen ausführlicher zu erläutern, damit überhaupt ein Diskurs stattfinden kann. Der Fachinhalt könnte auch stärker an der Alltagswelt der Schüler*innen orientiert sein, um eine emotionale Verbundenheit herbeizuführen, die wiederum Diskussionsprozesse auslösen können.

Die Gruppe G08 ist auch ein Beispiel dafür, dass ko-konstruktive Handlungsweisen zu einem höheren Komplexitätsgrad führen können (vgl. Kap. 5.3.4). Im Laufe des Systemorganisationsprozesses findet Schüler A8m viele Zweierverknüpfungen, die nachfolgend von Schüler B8m aufgenommen und verlängert werden. Dies verdeutlicht das hohe Systemkompetenzniveau von B8m, da er vorgeschlagene Systemrelationen eines anderen wahrnimmt, bereits gewonnenen Informationen internalisiert hat und diese letztendlich mit neuen Informationen verknüpfen kann. Darüber hinaus kann in dieser Gruppe – als einzige Gruppe des Untersuchungskorpus – das Bilden von Allianzen (A8m/B8m gegen C8w) rekonstruiert werden, was nach BASQUE, LAVOIE (2006) ein Indiz für die intensive und diskursive Beschäftigung mit einem Inhalt darstellt.

Zusammenfassung

Es kann bestätigt werden, dass Lernende mit hohem Systemkompetenzniveau komplexe, systemstrukturierende Handlungen ausführen. Lernende mit niedrigem bzw. mittlerem Kompetenzniveau verbleiben dagegen eher auf der Ebene der einfachen bzw. linearen Ursache-Wirkungszusammenhänge. Die Gruppen gehen unterschiedlich bei der Systemorganisation vor, allerdings zeigt die Fallstudie, dass die Anzahl systemorganisierender Handlungen mit der strukturellen Komplexität der Concept Map einhergeht.

Bei keiner Gruppe konnte eine gleichmäßige Kollaboration aller drei Gruppenmitglieder festgestellt werden. Jede Untersuchungsgruppe verfügt über mindestens eine Person, die sich auf inhaltlicher Ebene kaum beteiligt, sodass die theoretisch konstruierte Zahl von 3 Lernenden pro Gruppe (VANKAN 2007) hinterfragt werden muss.

Gruppen, bei denen vermehrt ko-konstruktive Handlungen stattfinden, entwickeln komplexere Concept Maps als Gruppen mit individuellen Handlungen. Es finden sich Hinweise auf ein höheres Systemverständnis der Gesamtgruppe aufgrund stärkerer Kollaboration.

Die Mystery-Methode veranlasst kaum diskursive Auseinandersetzungen zum Inhalt. Der systemische Fachinhalt sollte daher so aufgebaut sein, dass gegensätzliche Meinungen und Überzeugungen dargestellt und initiiert werden, um über Aushandlungsprozesse ein tieferes Systemverständnis zu erzeugen.

Hinweise für das kollaborative Arbeiten in einem systemorganisierenden Geographieunterricht

- Die Gruppengröße sollte auf zwei Personen reduziert werden, um höhere Beteiligungszeiten aller Lernenden zu ermöglichen.
- Einzelarbeit sollte nicht stattfinden, weil das Verbalisieren systemischer Zusammenhänge und eigener Meinungen ko-konstruktive Handlungsprozesse und diskursive Auseinandersetzungen anregen kann, die schließlich zu einer tieferen systemischen Durchdringung führen können.
- Der Inhalt sollte widersprüchliche Informationen beinhalten, die unterschiedliche Meinungen auslösen und in der Folge diskutiert werden müssen.
- Der Inhalt sollte Alltagsaspekte der Lernenden integrieren, um eine emotionale Verbundenheit zu schaffen, welche wiederum Diskussionen auslösen kann.
- Die Argumentationsfähigkeit der Lernenden muss gefördert werden, damit Lernende überhaupt in einem offenen Lernarrangement in Diskussion treten können.
- Systemorganisierende Handlungen, z. B. bei der Erstellung einer Concept Map, sollten stets durch handlungsbegleitende Äußerungen begründet oder erklärt werden, damit die anderen Beteiligten die Zusammenhänge nachvollziehen und ko-konstruktive Handlungen überhaupt stattfinden können.
- Ein allgemeines Systemtraining zum Erlangen systemtheoretischen Grundwissens schafft eine wichtige Entlastung vor der eigentlichen Entwicklung geographischer Systemkompetenz, vor allem für leistungsschwächere Lernende.

6.3 Systemorganisationskompetenz und die Anbahnung einer hohen Eigenkomplexität

Komplexe Sachlagen erweisen sich nicht als objektiv bestimmbare Größe, sondern liegen stets im Auge des Betrachtenden (MEHREN ET AL. 2014). Um ein angemessenes Komplexitätsniveau anzubieten, sollte keine Über- oder Unterforderung stattfinden, sondern ein geeignetes Maß an Vorstrukturierung und Offenheit gewählt werden (VYGOTSKY 1978; VANKAN 2007). Lernende mit der Fähigkeit, Systeme auf hohem Komplexitätsniveau zu organisieren, benötigen demnach weniger Scaffolding als Lernende mit niedriger Systemorganisationskompetenz (SCHEUNPFLUG, SCHRÖCK 2000; MEHREN ET AL. 2014).

- Welche Probleme treten während des Arbeitsprozesses auf, die sich auf die Arbeitsanweisungen oder das Material zurückführen lassen?
- Inwiefern differenzieren die Lernenden die komplexen Sachlagen auf ihr eigenes Fähigkeitsniveau?
- Inwiefern werden Scaffolding-Angebote genutzt bzw. umgesetzt?

Für die Untersuchungsgruppen wurde, gemeinsam mit den unterrichtenden Lehrkräften, versucht, ein durchschnittliches Komplexitätsniveau auszuwählen, um einerseits die Vergleichbarkeit zwischen den Gruppen zu gewährleisten und andererseits die Schwierigkeiten der schwächeren Gruppen sowie die mögliche Unterforderung der stärkeren Gruppen zu offenbaren. Als Scaffolding-Angebote wurden für alle Gruppen gleichermaßen ein Blatt mit ausformulierten Arbeitsaufträgen zum Abhaken gegeben sowie zwei Rollen (Zeitwächter*in und Gruppenchef*in) selbstständig verteilt. Als Differenzierungsmöglichkeit für die leistungsstärkeren Gruppen wurden leeren Kärtchen integriert, die selbstständig beschrieben werden konnten, um das System zu erweitern.

Bei der *Gruppe G01* traten während des Arbeitsprozesses kaum Probleme auf, die sich auf inhaltliche oder formale Aspekte beziehen lassen. In einer Sequenz überlegen sie gemeinsam, ob Malaria für das Fischsterben verantwortlich sein könnte. Dies lässt sich auf fehlendes Vorwissen zurückführen, zeigt aber, dass sie außerhalb der Karteninformationen Verknüpfungen herstellen wollen. Darüber hinaus beschwert sich Schüler A1m, dass man „alles mit allem verbinden“ (G01: A1m) kann. Dies zeigt einerseits eine Überforderung bezüglich der inhaltlichen Komplexität sowie die Schwierigkeit, eine visuelle Struktur des Systems darzustellen. Andererseits zeigt er mit dieser Aussage, dass er viele Relationen herstellen kann, dass jedoch das System zu stark vernetzt ist und dass es einer Komplexitätsreduktion bedarf, um das System besser verstehen zu können. An dieser Stelle wäre der Bezug zur Leitfrage und einer dementsprechenden Eingrenzung

des Systems ratsam gewesen. Dies hätte mit einer stärkeren Einbringung inhaltsfernerer Karten geschehen können. Da die Gruppe jedoch allgemein ein hohes Maß an Systemorganisationskompetenz aufweist und sinnvolle Strategien im Umgang mit Komplexität anwendet, z. B. gemeinsames Lesen und Besprechen der Ausgangsinformationen oder schrittweises Annähern an die Systemtiefe durch das sukzessive Durchlaufen einzelner *stages*, schafft sie es, alle Karten zu integrieren und den höchsten Strukturindex aller Untersuchungsgruppen zu erreichen (vgl. Kap. 6.4). Aufgrund der Tatsache, dass sie als einzige Gruppe im Untersuchungsfeld die höchste Stufe des Systemorganisationsprozesses (*Abstract Stage*) erreichen, wären weitere Differenzierungsangebote zur tieferen Durchdringung des Systems ratsam gewesen, z. B. das Einbringen von weiteren Diagrammen oder anderen Medien auf den Karten. Auf der anderen Seite haben sie keine der leeren Karten benutzt, um das System eigenständig zu erweitern. Sie haben diese Option zwar zweimalig besprochen, jedoch fehlten ihnen die nötigen Zusatzinformationen bzw. Vorwissensbestände. Zur gezielten Einbringung dieser Differenzierungsmaßnahme sollten daher Zusatzinformationen durch Texte, Videos, Fotos o. Ä. dargeboten werden, welche sie zunächst analysieren und als Systemelement auf einer leeren Karte verzeichnen.

Die Scaffolding-Angebote nutzte die Gruppe G01 durchgängig. Sie sind für sie sehr hilfreich, um den Arbeitsprozess zu strukturieren und zu überwachen. Der Gruppenchef A1m hat stets das Blatt mit den Arbeitsaufträgen vor sich liegen und hakt die erfüllten Aufgaben ab. Die Zeitwächterin B1w erinnert die Gruppe insgesamt zehnmal über die verbleibende Zeit. Die Gruppe G01 ist die einzige Gruppe, die so rechtzeitig fertig ist, dass sie am Ende in die *Abstract Stage* gelangen kann. Aus diesen Erkenntnissen kann geschlossen werden, dass die guten Systemdenkenden sowohl ressourcenbezogene Lernstrategien (z. B. Zeit- und Informationsmanagement) als auch metakognitive Lernstrategien (z. B. Planung und Überwachung des Lernprozesses) erfolgreich anwenden, um ihren Arbeitsprozess zweckmäßig zu gestalten.

Die Gruppe G09 hingegen zeigt in vielen Situationen, dass sie mit der Komplexität des Systems überfordert ist. So kommt es dazu, dass sie Karten willkürlich aussortieren, die eigentlich systemrelevant sind, lediglich um die Fülle an Informationen zu reduzieren. Es fehlt ihnen an geeigneten Strategien, um die Komplexität zuzulassen. Eine Strategie, die sie anwenden, ist die Kategorisierung der Karten nach Überschriften. Diese Organisationsstrategie erscheint zunächst sinnvoll für die schwächeren Lernenden, doch reduziert sie die inhaltliche Komplexität so sehr, dass kein Systemverständnis aufgebaut werden kann. Dies nehmen auch die Lernenden wahr, sodass sie im Anschluss das Lesen der Karteninformationen von Neuem beginnen müssen. In dieser Phase zeigt sich jedoch wiederum die Überforderung mit der inhaltlichen Komplexität und die daraus resultierende Resignation („lass doch irgendetwas verbinden, is doch egal“ (C9m,

00:17:00)). Um mit dieser Überforderung klar zu kommen, bräuchten sie noch mehr Angebote zur Komplexitätsreduktion, z. B. geringere Anzahl an Karten, sukzessive Informationsdarbietung oder die Vorgabe erster Relationen. Der Schüler C9m scheint außerdem mit der Aufgabe überfordert zu sein, eine Concept Map zu erstellen, indem er fragt, wie die Karten mit einem Pfeil und einer Beschriftung verbunden werden sollen („da müssen wir so da mit/ verbinden und dann so ein adjektiv dazwischen machen oder-oder so n verb“ (C9m, 00:13:53)). Die anderen beiden Gruppenmitglieder können zwar helfen, indem sie seine Aussage auf ein Verb spezifizieren, doch wird damit deutlich, dass das vorangegangene Concept-Map-Training für Schüler C9m nicht ausführlich genug war. Der Regelwächter (Schüler C9m) informiert die Gruppe während des Arbeitsprozesses achtmal über die verbleibende Zeit und schafft es damit erfolgreich, die Zeitvorgaben einzuhalten. Dennoch ist die Gruppe nicht in der Lage, wie die Gruppe G01, im Anschluss weitere inhaltliche Zusammenhänge zu diskutieren, sondern sie sind zufrieden mit den erfüllten Arbeitsaufträgen und führen Off-Topic-Gespräche. Die Rolle der Gruppenchefin (Schülerin A9w) wird von den anderen beiden nicht ernst genommen. Sie sehen in Schülerin A9w die Person, die alles allein machen soll („das müssen wir jetzt ein bisschen hier verbinden alles mögliche (-) gruppenführer das machst du“ (C9m, 00:11:21)). Später ist C9m sogar der Meinung, dass er mehr zum Gruppenerfolg beigetragen hat und er eigentlich diese Rolle übernehmen sollte. Daran zeigt sich, dass für die Lernenden nicht ganz klar war, welche Aufgaben diese Rolle zu erfüllen hat. Das größte Problem ist, dass keiner der Lernenden – aufgrund ihres niedrigen Kompetenzniveaus – in der Lage ist, die Komplexität des Systems ansatzweise zu durchdringen. Aus diesem Grund wird stark davon abgeraten, homogene Gruppen mit ausschließlich leistungsschwachen Schüler*innen zusammenzustellen, sondern sie stets mit leistungstärkeren Lernenden zusammenarbeiten zu lassen.

Die *Gruppe G06* zeigt auf inhaltlicher Ebene kaum Schwierigkeiten. Dies liegt in erster Linie daran, dass die Gruppenarbeit fast ausschließlich von Schülerin B6w ausgeführt wird und sie sich im Laufe der Beschäftigung mit dem Thema ein hohes Systemverständnis aufbaut. Probleme, die rekonstruiert werden können, beziehen sich eher auf formale Aspekte, z. B. wofür die leeren Kärtchen stehen (00:16:15) oder ob die Kärtchen aufgeklebt werden sollen (00:24:14). Diese Probleme können jedoch nach kurzer Rücksprache untereinander oder erneutem Lesen der Arbeitsaufträge schnell gelöst werden. Der Schüler C6m wird als Zeitwächter ausgewählt. Obwohl er die Gruppe nur dreimal über die verbleibende Zeit unterrichtet, schaffen sie trotzdem eine rechtzeitige Fertigstellung. C6m nutzt insbesondere Phasenübergänge, um den zeitlichen Rahmen zu überwachen. Die Rolle des Gruppenleitenden wird zu keiner Zeit erwähnt. Es wird vermutet, dass B6w als Gruppenchefin ausgewählt wurde, da sie sehr dominant auftritt und damit die

Rolle der Gruppenchefin in all ihren Handlungen sichtbar ist und es keiner weiteren Benennung während der Arbeitsphase bedarf.

Die leistungsheterogene *Untersuchungsgruppe G08* weist Probleme auf formaler und inhaltlicher Ebene auf. Auf formaler Ebene sind es beispielsweise die Frage nach dem Sinn der Kartenummerierungen (00:14:07) oder dass in einer Ecke der schriftliche Antwortsatz geschrieben werden soll, sie diese aber nicht freigehalten haben (00:40:11). Durch ausführlicheres Lesen und Besprechen der Arbeitsaufträge wären diese Schwierigkeiten nicht aufgetreten. Die Rolle des/der Gruppenchefs/Gruppenchefin wird zu keiner Zeit erwähnt, sodass davon ausgegangen wird, dass diese Rolle nicht verteilt wurde und sich damit arbeitsorganisatorische Probleme ergeben haben. Zu Beginn der Systemorganisation ist Schüler A8m von der hohen Anzahl der Karten überfordert („wieviele sind denn das ey?“ (00:13:24)), jedoch findet die Gruppe gemeinsam, aber vor allem B8m und A8m, Strategien zum Umgang mit der Komplexität, indem sie z. B. einen Stapel mit aussortierten Karten erstellen oder schrittweise lineare Ketten bilden und diese später verbinden. Jene Strategien sind auch in der Gruppe G01 zu erkennen und haben dort zu einer stark vernetzten Concept Map geführt. Überdies finden sich bei A8m und C8w Hinweise auf sprachliche Schwierigkeiten beim Beschriften der Pfeile. Oftmals werden diese von Schüler B8m formuliert bzw. verbessert. Das fortwährende Üben der Methode Concept Mapping könnte dazu beitragen, dass sich die Lernenden auch auf (fach-)sprachlicher Ebene verbessern.

Zusammenfassung

Es kann bestätigt werden, dass Lernende mit hohem Systemkompetenzniveau ressourcenbezogene und metakognitive Lernstrategien erfolgreicher anwenden als Lernende mit niedrigem Systemkompetenzniveau. Letztere haben insbesondere Probleme damit, die hohe Komplexität der Inhalte sowie die hohe Anzahl der Elemente zuzulassen und benötigen angepasste Scaffolding-Angebote, um sich der systemischen Komplexität schrittweise zu nähern. Insgesamt organisieren die Lernenden das geographische System auf unterschiedliche Art und Weise, sodass kein „Idealplan“ ableitbar ist. Als die wichtigsten Variablen für einen erfolgreichen Umgang mit Komplexität können das verfügbare Systemkompetenzniveau, das Kennen und Anwenden geeigneter Lern- und Handlungsstrategien sowie adressatengemäße Unterstützungsangebote geschlussfolgert werden.

Hinweise für den leistungsdifferenzierten Umgang mit Komplexität in einem systemorganisierenden Geographieunterricht – Lernende mit mittlerem/hohem Leistungsniveau (bei Unterforderung)

- Anpassung der Informationen an das Leistungsniveau (z. B. Einbringen von Statistiken, Diagrammen, Karten etc., die zunächst ausgewertet werden müssen)

- relevante Systemelemente müssen von den Lernenden selbst erschlossen und nicht vorgegeben werden
- stärkere Integration von irrelevanten Informationen zur Förderung der Fähigkeit zur Systemabgrenzung
- Integration von Zusatzmaterial, welches in die systemische Struktur übertragen wird
- Rollen nicht nur auf Arbeitsorganisation beziehen (z. B. Gruppenleiter*in, Zeitwächter*in), sondern Rolle eines/r Akteurs/Akteurin im System annehmen, um stärkere Identifikation und diskursive Auseinandersetzung zu fördern

Hinweise für den leistungsdifferenzierten Umgang mit Komplexität in einem systemorganisierenden Geographieunterricht – Lernende mit mittlerem/niedrigem Leistungsniveau (bei Überforderung)

- Anpassung der Informationen an das Leistungsniveau (z. B. geringere Anzahl von Elementen, Vernetzungen basieren auf linearen Ursache-Wirkungsketten)
- Lernende mit niedrigem Systemkompetenzniveau stets mit Lernenden mittleren oder höheren Niveaus arbeiten lassen
- schrittweises Erlernen der Methode „Concept Mapping“ über lineare Ketten und Fließdiagramme (vgl. RENDEL (2014)) und fortwährendes Üben mit verschiedenen Inhalten
- Lernende erweitern eine bereits vorgegebene, mit wenigen Elementen vernetzte Struktur
- Lernende erhalten die vernetzten Informationen sukzessive
- Rollenaufgaben müssen klar definiert sein und verstanden werden; die Erfüllung der Rollenaufgabe sollte reflektiert werden
- Lehrende Person sollte den Arbeitsprozess gezielt überwachen und prozessunterstützende Handlungsempfehlungen geben (LEAT, NICHOLS 2000a)

6.4 Systemorganisationskompetenz und die Visualisierung systemischer Zusammenhänge

Graphische Repräsentationen, insbesondere Concept Maps, eignen sich zur Visualisierung systemischer Zusammenhänge (ESCHENHAGEN ET AL. 1996; STERN ET AL. 2003; MEHREN ET AL. 2016). Je höher das Niveau der Systemdenkenden ist, umso höher ist auch die strukturelle und inhaltliche Qualität der Concept Maps (MEHREN, R. et al. 2015b; MEHREN ET AL. 2016).

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Systemkompetenzniveau der Kleingruppen und dem Vernetzungs- bzw. Strukturindex sowie der inhaltlichen Qualität der erstellten Concept Maps?

Hinsichtlich der strukturellen Qualität der Concept Maps kann die Annahme bestätigt werden, dass die Komplexität einer Concept Map mit dem Niveau der Systemdenkenden zusammenhängt. Es ist deutlich zu erkennen, dass mit höherer, durchschnittlicher Systemkompetenz der Lerngruppe auch der Vernetzungs- und Strukturindex der Concept Map höher ist. Somit wird auch die Aussage unterstützt, dass Concept Maps als Diagnoseinstrument für geographische Systemkompetenz genutzt werden können (MEHREN ET AL. 2016). Die Hauptgründe für diesen Zusammenhang liegen in dem unterschiedlichen Ausgangsniveau geographischer Systemkompetenz der Gruppen, den damit zusammenhängenden Strategien im Umgang mit Komplexität sowie dem verfügbaren methodischen Wissen zur Erstellung einer Concept Map.

Die Gruppe G09 offenbart die ineffektivsten Strategien zur Organisation des Systems. Die Lernenden denken in erster Linie von Karte zu Karte und sind somit kaum in der Lage, den „Blick aufs Ganze“ (WATERS FOUNDATION 2010) zu richten. Dies wird vor allem deutlich, wenn sie die Verknüpfung zweier Karten direkt durch eine Pfeilbeschriftung festhalten und anschließend eine nächste Karte suchen, um diese mit der letztverknüpften Karte zu verbinden. Alle anderen Untersuchungsgruppen positionieren zunächst eine partielle oder vollständige Struktur auf der Arbeitsfläche, bevor sie mit der Beschriftung der Relationen untereinander beginnen, was letztendlich auch zu höheren Vernetzungs- und Strukturindizes führt. Außerdem fehlen der Gruppe G09 Strategien, um mit der hohen Komplexität der Inhalte sowie der hohen Anzahl an Karten umzugehen (vgl. Kap. 6.3). Beispielsweise betrachten sie in der *Display Stage* lediglich die Überschriften der Karten, ohne die Inhaltstexte zu lesen. Später sortieren sie fast die Hälfte der Karten willkürlich aus. Auch die Gruppe G08 positioniert nicht die Gesamtheit aller Karten auf der Arbeitsfläche, bevor sie mit der Pfeileinzeichnung beginnt, sondern legt zunächst eine partielle Struktur und verknüpft anschließend ebenfalls von Karte zu Karte. Dies ist auch

der Hauptgrund dafür, dass sie keine Höchstwerte im Vernetzungs- und Strukturindex erreichen, obwohl sie komplexe Zusammenhänge verbalisieren. Neben diesen gruppendifferenten Erkenntnissen hat die Analyse der gültigen und ungültigen Relationen ergeben, dass alle vier Gruppen eine Vielzahl ungültiger Relationen aufzeigen (G01/G06: vier, G09: sechs, G08: sieben; vgl. Kap. 5.2). Alle Gruppen haben demnach teilweise unsinnige, nicht nachvollziehbare oder inhaltlich falsche Pfeilbeschriftungen verfasst. Dies spricht dafür, dass alle Gruppen ein ausführlicheres Concept-Map-Training benötigen und die Methode mehrfach durchführen sollten, um ihre Systemkompetenz bestmöglich anwenden und verbessern zu können. Neuere Ansätze zeigen, dass die methodische Einführung des Concept Mapings noch ausführlicher als in der vorliegenden Studie ablaufen sollte (RASCHKE 2018; FÖGELE ET AL. 2020).

Darüber hinaus wird in diesem Zusammenhang die Wichtigkeit der sprachlichen Kompetenz deutlich. Die Fähigkeit, systemische Beziehungen zu versprachlichen bzw. zu verschriftlichen, war bei allen Untersuchungsgruppen gering ausgeprägt, insbesondere bei den Lernenden des niedrigen und mittleren Kompetenzniveaus (z. B. G08, Schüler A8m: „was sollen wir denn da hinschreiben? wir müssen ja/ müssen so/ zumindest einen SATZ ergeben“ (00:29:44)). Die Vorgabe, dass die Pfeile mit mindestens einem Prädikat beschriftet werden sollen, hat den Lernenden jedoch eine sinnvolle Struktur gegeben, an die sie sich halten konnten (z. B. G09: 13:50-13:59). Um die Beziehungen zwischen den Karten auf möglichst hohem inhaltlichen Niveau zu formulieren, sollten die Lernenden den Unterschied zwischen statischen und dynamischen Relationen kennen und umsetzen. In der Gruppe G08 kam es zu einer Diskussion über eine Pfeilbeschriftung, bei der die Schülerin C8w (niedriges Kompetenzniveau) eine statische Verbindung (*Naivasha-Stadt* → *liegt an* → *Naivasha-Stadt*) formuliert. Schüler B6m (hohes Kompetenzniveau) setzt eine dynamische Verbindung dagegen (*Naivasha-Stadt* → *wirkt auf* → *Naivasha-See*), indem er die Karteninhalte, z. B. Müll- und Abwasserverschmutzung, miteinbezieht. Dennoch setzt sich Schülerin C8w mit der Begründung „hauptsache es ist irgendwie verbunden“ (G08: 00:41:10) durch. Mit dem Wissen über statische und dynamische Relationen hätte diese Verknüpfung auf ein höheres inhaltliches Niveau gebracht werden können. Ebenfalls zeigte sich, dass die Verwendung von Kartenüberschriften geholfen haben, um inhaltlich richtige Zusammenhänge zu formulieren. Alle Gruppen haben die Überschriften so über ein Prädikat miteinander verbinden wollen, dass ein Satz gelesen werden kann.

Die Gruppen G01 und G06 haben keine der 20 Karten aussortiert. Da jedoch alle Informationen miteinander verbunden wurden, kann davon ausgegangen werden, dass sie ein hohes Niveau zur Systemstrukturierung besitzen, dennoch wirkt das

die Frage auf, ob für die Gruppen wirklich alle Karten relevant waren, um die Problemfrage zu beantworten. Da bei der Gestaltung des Unterrichtsmaterials bewusst Karten eingebracht wurden, die irrelevant sind, kann geschlussfolgert werden, dass die Gruppen G01 und G06 Defizite bei der Systemabgrenzung zeigen. Die anfängliche Aufnahme, Aussortierung und Wiederaufnahme von Karten kann als Systemgrenzziehung 1. Ordnung aufgefasst werden, weil eine erste Systemgrenze beim Kennenlernen des Systems stattfindet. Nach der Fertigstellung der Concept Map ist jedoch eine Systemgrenzziehung 2. Ordnung erforderlich, um die relevantesten Zusammenhänge im Sinne einer Komplexitätsreduktion sichtbar zu machen und damit die problemorientierte Leitfrage zu beantworten. Als Zwischenschritt könnte beispielsweise eine Umrandung der wichtigsten Karten und Relationen oder eine farbige Markierung erfolgen. Auf der anderen Seite könnten Karteninhalte noch inhaltsferner gewählt werden, sodass auch die systemkompetenteren Gruppen dazu angehalten werden, eine Systemgrenzziehung 1. Ordnung durchzuführen. Die Gruppe G06 hat bewusst zwei Karten aussortiert, die sie als irrelevant deklariert haben. Damit ist diese Gruppe die einzige im Untersuchungsfeld, die eine bewusste und nachvollziehbare Systemabgrenzung 1. Ordnung durchgeführt hat.

Cox (2018) konnte in ihrer Studie eruieren, dass eine vorherige Beschäftigung mit einem geographischen Inhalt die fachliche Tiefe bei der Entwicklung einer Concept Map steigert. Grund dafür ist die hohe Korrelation des verfügbaren Fachwissens und der Systemkompetenz (MEHREN ET AL. 2018). Bei der Mystery-Methode werden in der Regel die systemischen Informationen erschlossen und simultan in eine graphische Repräsentation überführt, sodass das Fachwissen parallel zur Anwendung der Systemkompetenz erarbeitet wird. Umso wichtiger ist die *Display Stage* (Phase des Kennenlernens der systemischen Informationen) vor der eigentlichen Entwicklung einer graphischen Visualisierung. In den Daten zeigte sich, dass die Gruppe G01 als einzige gemeinsam *alle* Karten gelesen und besprochen hat, sodass alle Teilnehmenden auf den gleichen Wissensstand gelangten, um anschließend kollaborativ eine komplexe Concept Map zu gestalten. Die Gruppe G01, und insbesondere Schüler A1m und Schülerin B1w, haben bereits nach der *Display Stage* ein so hohes Systemverständnis aufgebaut, dass sie weitere Angebote benötigt hätten, um ihre komplette Leistungsfähigkeit auszuschöpfen, z. B. die Bewertung von Systemelementen nach bestimmten Kriterien (sozial, ökologisch, ökonomisch), die Analyse von Maßstabsebenen oder das Markieren der Pfeile mit Symbolen, die für verstärkende, abschwächende oder neutrale Wirkungen stehen.

Zusammenfassung

Es wird bestätigt, dass die strukturelle Komplexität einer Concept Map und das Niveau der Systemdenkenden in einem positiven Zusammenhang stehen. Lerngruppen mit durchschnittlich höherer Systemkompetenz erreichen höhere Werte im Vernetzungs- und Strukturindex der Concept Map als Lerngruppen mit niedrigerer Systemkompetenz. Somit wird auch die Aussage unterstützt, dass Concept Maps als Diagnoseinstrument für geographische Systemkompetenz genutzt werden können (MEHREN ET AL. 2016). Bezüglich der inhaltlichen Qualität zeigen sich hingegen differente Erkenntnisse. Sowohl die Fähigkeit zur Systemabgrenzung als auch die Verwendung dynamischer Relationen kann nur teilweise auf das Systemkompetenzniveau zurückzuführen werden.

Hinweise für die Integration von Concept Maps in einen systemorganisierenden Geographieunterricht

- Die Anwendung der Methode des Concept Mappings bedarf einer ausführlichen methodischen Einführung und sollte anhand verschiedener Kontexte geübt werden.
- Die Lernenden sollten die Unterscheidung von statischen und dynamischen Systemrelationen kennen und zweckmäßig anwenden. Davon ausgehend sollten Pfeilbeschriftungen innerhalb von Concept Maps stets ein Prädikat enthalten, um als Diagnoseinstrument geeignet zu sein. Die Systemrelationen sollten außerdem durch Visualisierungen unterstützt werden, z. B. je dicker der Pfeil, desto wichtiger die Relation oder die Nutzung von +/=/o für verstärkende, abschwächende oder neutrale Wirkungen.
- Die Systemabgrenzung bezüglich einer problemorientierten Fragestellung kann durch eine tatsächliche, markierende Grenzziehung rund um die systemrelevanten Elemente und deren Relationen helfen, um einerseits die Komplexität zu reduzieren und andererseits die wichtigsten Zusammenhänge für die Beantwortung der Leitfrage zu visualisieren.
- Mithilfe des Systemwürfels aus den Bildungsstandards (DGFG 2017) kann das geographische Systemkonzept stärker in die Methode des Concept Mappings integriert werden. Die Lernenden kategorisieren Elemente in natur- und humangeographische (Teil-)Systeme und können Mensch-Umwelt-Beziehungen analysieren. Darüber hinaus können sie sowohl Relationen in strukturelle, prozessuale und funktionale Beziehungen visualisieren als auch die verschiedenen Maßstabsebenen kennzeichnen, um emergente systemrelevante Zusammenhänge zu erfassen.
- Sollte eine Concept Map als Lernprodukt der Mystery-Methode entstehen, dann sollte mit zentralen Begriffen gearbeitet werden, die entweder als Kartenüberschrift vorhanden sind oder als separate Begriffskärtchen auf Basis der Informationstexte erstellt werden. Jene Begriffe dienen als Knotenpunkte der Concept Map.
- Das Schaffen einer gemeinsamen Wissensbasis durch das intensive Beschäftigen mit den grundlegenden Inhalten ist ein entscheidender Schlüssel zum Aufbau eines komplexen Systemverständnisses.

6.5 Beurteilung der Güte der Untersuchung

Um die Güte der vorliegenden Arbeit beurteilen zu können, ist es wichtig anzumerken, dass es sich um eine qualitativ-orientierte Fallstudie handelt, welche den klassischen Gütekriterien *Reliabilität*, *Validität* und *Objektivität* nicht vollends entsprechen kann (YIN 2018). Vielmehr müssen Gütekriterien angesetzt werden, welche sich auf qualitativ-orientierte Forschung beziehen und die klassischen Kriterien erweitern. MAYRING (2016) verweist in diesem Zusammenhang auf sechs Gütekriterien: *Verfahrensdokumentation*, *Argumentative Interpretationsabsicherung*, *Regelgeleitetheit*, *Nähe zum Gegenstand*, *Kommunikative Validierung* sowie *Triangulation*.

Die *Verfahrensdokumentation*, als besondere Form der Reliabilität, beschreibt das genaue Dokumentieren des Forschungsprozesses, wobei die verwendeten Datenerhebungs- und -auswertungsmethoden sowie deren Zusammenstellung, Durchführung und Auswertung detailliert dargelegt werden müssen. Im Kapitel 4 der vorliegenden Arbeit wird zunächst ein Überblick über den Forschungsablauf und den Einsatz der Untersuchungsmethoden gegeben (Kap. 4.2.1). Im Anschluss werden die vier zentralen Datenerhebungs- und -auswertungsmethoden ausführlich erläutert. Zum Beispiel wird bei der Methode des Concept Mappings detailliert erklärt, wie die Referenz-Map durch die Expert*innen gebildet wird, wie die Digitalisierung der Concept Maps vollführt wird und wie die strukturellen und inhaltlichen Parameter zur Auswertung der Concept Maps berechnet werden (vgl. Kap. 4.2.2).

Die *argumentative Interpretationsabsicherung* bezieht sich auf die interne Validität, indem Interpretationen theoriebasiert und in sich schlüssig sein sollen oder Alternativdeutungen zu suchen und zu überprüfen sind. Im zurückliegenden Kapitel wurden die zugrundeliegenden theoretischen Annahmen mit den Ergebnissen der Studie verglichen und diese auf der Basis von Erklärungsmustern argumentativ belegt oder widerlegt. Dabei kamen die von YIN (2018) vorgeschlagenen Analysetechniken des Pattern-Matching, Explanatation-Building und der Time-Series-Analysis zum Einsatz (vgl. Kap. 4.1.1).

Das Gütekriterium der *Regelgeleitetheit* als systematisches, schrittweises Vorgehen und Annähern an das Untersuchungsobjekt wurde implizit durch die Festlegung des Fallstudiendesigns als Forschungsmethodologie erfüllt. Eine Fallstudie folgt einem strukturierten Plan: (1) Formulieren einer Forschungsfrage, (2) Festlegung eines theoretischen Aussagensystems nach Aufarbeitung des Forschungsstandes, (3) Auswahl der Fälle und Untersuchungselemente und (4) Verknüpfung der Daten und Interpretation der Ergebnisse. Dieser Plan wurde durchgehend befolgt und findet mit der Diskussion der Ergebnisse im Kapitel 6 seinen Abschluss.

Im Laufe des Forschungsprozesses wurde sich den einzelnen Fällen schrittweise angenähert. In der Hauptstudie wurde ein Korpus von zehn Untersuchungsgruppen erhoben. Anschließend wurden auf der Basis des Vergleichs von Ausgangskompetenzniveau und dem Strukturindex der Concept Maps vier Extremfälle hergebracht, die schließlich in einer Videoanalyse genauer analysiert wurden.

Die *Nähe zum Gegenstand* kennzeichnet das Anknüpfen an die Alltagswelt der befragten Personen. Auch hier spielt die Wahl des Fallstudien-Designs eine wesentliche Rolle. Die Forschung sollte demnach stets im natürlichen Umfeld der Untersuchenden und nicht in einer Laborsituation stattfinden. Die Datenerhebung der vorliegenden Studie erfolgte bewusst in einer Klassenraumsituation, in der mehrere Kleingruppen synchron arbeiteten und es zu einer authentischen Lautstärke aufgrund der Gruppengespräche kam. Auf der anderen Seite wurden die Lernenden gefilmt, was von ihnen, vor allem am Anfang der Arbeitszeit, eher als unnatürlich wahrgenommen wurde.

Als *kommunikative Validierung* wird ein nachträgliches Gegenprüfen der Ergebnisse bezeichnet, bei dem man die gewonnenen Erkenntnisse den befragten Personen vorlegt und mit ihnen über Unstimmigkeiten diskutiert. Aufgrund des hohen Zeitaufwandes der Datenaufbereitung und -analyse konnte dieses Gütekriterium nicht erfüllt werden. Für die Zukunft wäre es sinnvoll, erste Erkenntnisse, die bereits nach relativ kurzer Zeit generiert wurden, zu validieren.

Das letzte Gütekriterium der *Triangulation* umfasst das Vergleichen und Interpretieren der Ergebnisse auf Basis mehrerer Datenquellen und wird dem klassischen Gütekriterium der Konstruktvalidität zugeordnet. Im Rahmen des Fallstudien-Designs wird dies auch durch *multiple sources of evidence* (Kap. 4.1.1) gefordert und wurde insofern angewandt, dass verschiedene Datensätze erhoben wurden (allgemeine Personendaten, Systemkompetenztest, Concept Mapping, Schriftliche Antwortsätze, Videographie) und diese im Diskussionsteil miteinander kombiniert wurden, um Erklärungsmuster zu erkennen. Vor allem die Kombination aus quantitativen Daten, z. B. der Systemkompetenztest, und qualitativen Daten, z. B. die Videoanalyse, konnte dazu beitragen, aussagekräftige Zusammenhänge sichtbar zu machen. Neben den genannten Gütekriterien wurden innerhalb der einzelnen Untersuchungsmethoden weitere spezifische Güteverfahren, z. B. Berechnung der Interrater-Reliabilität oder das konsensuelle Validieren, angewandt, die an den entsprechenden Stellen beschrieben werden.

Im Vergleich zu quantitativen Studien wird die *Generalisierbarkeit* bzw. *externe Validität* bei qualitativen Studien als Schwachpunkt angesehen. Insbesondere Fallstudien obliegen oftmals dieser Kritik (BORTZ, DÖRING 2015; YIN 2018). Es gilt aller-

dings zu berücksichtigen, dass Fallstudiendesigns nicht beabsichtigen, die gewonnenen Daten und Ergebnisse auf eine große Gesamtheit im Sinne einer statistischen Generalisierbarkeit zu übertragen (YIN 2018). Vielmehr besteht das Ziel darin, „[...] die gewonnenen Erkenntnisse zu einer darüber liegenden theoretischen Domäne zu generalisieren und den Nutzenzuwachs durch Anreicherung der relevanten Theorie zu generieren“ (SCHMIDT 2006, S. 110). Dieser Nutzenzuwachs zeigt sich insbesondere in der analytischer Generalisierbarkeit (YIN 2018), in der Theorien und methodische Vorgehensweisen fallspezifisch gebildet und erweitert werden, um den Forschungsgegenstand zukünftig noch gezielter zu untersuchen. In einer Fallstudie wird jeder Fall nach bestimmten Kriterien ausgewählt und demgemäß steht jeder Fall für sich – so auch in der vorliegenden Studie. Auf Basis theoretischer Vorformulierungen und ersten Cross-Case-Analysen wurden zwei extreme und zwei repräsentativen Fälle ausgewählt und untersucht. Die Überprüfung der theoretischen Aussagen führte zu neuen Erkenntnissen, sowohl aus theoretischer Sicht als auch für die praktische Umsetzung, die es wiederum zu überprüfen gilt, bevorzugt in quantitativ angelegten Forschungssettings.

7. Fazit und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, wie Schüler*innen ein geographisches System in einem kollaborativen Unterrichtsetting organisieren. Dazu wurden die systemorganisierenden Lern- und Handlungsprozesse von leistungshomogenen und -heterogenen Kleingruppen anhand einer Videoanalyse untersucht. Im Rahmen eines Fallstudiendesigns (YIN 2018) sind theoretische Annahmen entwickelt worden, die am Ende des Forschungsprozesses überprüft wurden und auf Basis derer eine Ableitung allgemeiner Gestaltungsempfehlungen für einen systemorganisierenden Geographieunterricht erfolgte. Als praxisnahe Unterrichtsmethode wurde die Mystery-Methode gewählt, da sie verschiedene „geographische Denkstrategien“ (VANKAN 2007, S. 168) enthält, welche das systemische Denken sichtbar machen. Aus der Verbindung der rekonstruierten Systemorganisationskompetenz und den forschungsleitenden Design-Prinzipien Problemorientierung, kollaboratives Lernen, vorstrukturierte Offenheit und graphische Repräsentation konnten differenzierte Erkenntnisse zu Lernwegen, Lernhindernissen und Lernhilfen, zum Umgang mit Komplexität und zum Prozess der Modellbildung gewonnen werden.

Mit der Integration des Systemkonzepts als Hauptbasiskonzept in den Bildungsstandards (DGFG 2017) und den theoretischen Fundierungen dieses Konzeptes (RIEB ET AL. 2015; MEHREN ET AL. 2016; VIEHRIG ET AL. 2017) trat die Forderung auf, die geographische Systemkompetenz stärker im Unterricht zu implementieren und diesen Forschungsbereich empirisch auszuweiten (BOLLMANN-ZUBERBÜHLER 2008; REMPFLER, UPHUES 2011a; MEHREN, R. et al. 2015a). Bisherige Forschungsarbeiten bezogen sich zumeist auf quantitative Prä-Post-Interventionsstudien und Lernwirksamkeitsstudien (SOMMER 2005; CLAUSEN 2015), wurden aus anderen Fachdisziplinen übernommen (OSSIMITZ 2000; BOLLMANN-ZUBERBÜHLER 2008) oder betrachteten den Lernprozess nicht durchgängig (BELL 2004; ASSARAF, ORION 2005). Die vorliegende Forschungsarbeit hat versucht, sich der geographischen Systemkompetenz aus einem qualitativ-orientierten Blickwinkel anzunähern, indem die systemorganisierenden Lern- und Handlungsprozesse der Schüler*innen anhand einer Videoanalyse untersucht wurden. Im Zuge dessen wurde ein Kodierleitfaden entwickelt und validiert, der einen Zugang zu den systemischen Handlungsprozessen von Schüler*innen eröffnet. Der Forschungsprozess folgte einem theoriebasierten Vorgehen, bei dem die Kompetenzdimension „Systemorganisation“ (MEHREN ET AL. 2016) operationalisiert und abschließend bewertet wurde. In Anlehnung an das Konzept der fachdidaktischen Entwicklungsforschung wurden anschließend praxisnahe Gestaltungsempfehlungen abgeleitet.

Bei dem interpretativen Vergleich der Ergebnisse mit den theoretischen Annahmen konnte vielfach bestätigt werden, was aus theoretischer Sicht erwartet

wurde. Es konnte festgestellt werden, dass Lernende mit hohem Systemkompetenzniveau auch die höchsten Strukturindizes in den Concept Maps erreichen und demnach komplexere netzwerkartige Visualisierungen hervorbringen können. Damit wird auch die Erkenntnis gestützt, dass Concept Maps als geeignetes Diagnoseinstrument für geographische Systemkompetenz fungieren können. Außerdem konnte belegt werden, dass Lernende mit höherer Systemkompetenz erfolgreiche ressourcenbezogene (z. B. Zeitmanagement) und metakognitive Strategien (z. B. Planung und Überwachung des Arbeitsprozesses) im Umgang mit Komplexität anwenden. Im Gegensatz dazu sind Lernende mit niedrigem Kompetenzniveau nicht in der Lage, eine hohe systemische Komplexität anzubahnen bzw. zuzulassen. Sie benötigen angepasste Scaffolding-Angebote, die ein schrittweises Annähern an komplexe Systeme fördern. Anhand der Daten konnte jedoch kein „Idealplan“ zur erfolgreichen Systemorganisation abgeleitet werden, denn die Lernwege sind sehr unterschiedlich und hängen stark von der Kollaboration und den Ko-Konstruktionsprozessen der Teilnehmenden, der sozialen Situation, der Fähigkeit Concept Maps zu erstellen sowie vom vorhandenen Systemkompetenzniveau ab. Dennoch scheint das ausführliche, gemeinsame Lesen und Besprechen der Informationen zu Beginn der zentrale Schlüssel zum Aufbau eines kollektiven Systemverständnisses zu sein.

Die Datenanalyse zeigt ferner, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl und dem Niveau systemstrukturierender Handlungen und der strukturellen Komplexität der Concept Map vorherrscht. Lernende hohen Systemkompetenzniveaus vernetzen komplexe Ursache-Wirkungsbeziehungen in Form von Parallelstrukturen und Kreisläufen und sind in der Lage, Elemente in vorhandene Strukturen zu integrieren bzw. die Reihenfolge umzutauschen. Demgegenüber verbleiben Lernende mit mittlerem und niedrigem Kompetenzniveau eher auf der Ebene einfacher oder linearer Ursache-Wirkungszusammenhänge. Die Kollaboration scheint ein entscheidender Faktor beim Umgang mit dieser Komplexität zu sein. Je stärker die Gruppenmitglieder miteinander kollaborierten, z. B. durch direkte und indirekte Ko-Konstruktionen oder durch die Bildung von Allianzen, welche eine diskursive Auseinandersetzung initiieren, umso komplexere Strukturen wurden von den Lernenden erkannt. Allerdings wurde auch festgestellt, dass keine der Untersuchungsgruppen eine gleichmäßig verteilte Kollaboration aller Gruppenmitglieder aufweisen konnte. Mindestens eine Person pro Untersuchungsgruppe hat sich inhaltlich kaum beteiligt, sodass die theoretisch geforderte Gruppengröße von drei Schüler*innen kritisiert werden muss. Die Studie konnte dagegen nicht exakt nachweisen, inwiefern Lernende, die sich kaum beteiligt haben, dennoch systemische Zusammenhänge erkannten, da das Erstellen der Concept Map und die schriftliche Antwort auf die problemorientierte Leitfrage in der gesamten Gruppe absolviert wurden. Für die Zukunft sollten empirische Studien zur Systemkompe-

tenz, die in kollaborativen Lernsituationen stattfinden, einen individuellen und einen gemeinschaftlichen Lösungsteil beinhalten, um differenziertere Ergebnisse zu erlangen und weitere Lernhindernisse und Lernerfolgskfaktoren aufzudecken.

Im Zuge dessen muss auch die Methode des schriftlichen Antwortsatzes als Diagnoseinstrument zur Analyse der inhaltlichen Komplexität eines Systems kritisiert werden. Diese wird zwar theoretisch als legitimes Instrument propagiert, ist jedoch zu stark von der Fähigkeit abhängig, mentale Zusammenhänge versprachlichen zu können. Vielmehr wäre denkbar, die Lernenden im Anschluss an den Systemorganisationsprozess individuell oder als Gruppe zu interviewen bzw. eine Präsentation durchführen zu lassen. Die Untersuchungsmethode des „Stimulated Recall“ (MESSMER 2015) könnte ebenfalls weitere Erkenntnisse zu den Handlungs- und Lernprozessen der Schüler*innen liefern, indem ihnen im kurzen Abstand nach der Untersuchung einzelne Videoausschnitte gezeigt werden, in denen sie ihre Handlungen kommentieren und dadurch umfassendere Rückschlüsse auf ihre Denkprozesse gezogen werden können. Aufgrund des hohen Zeitaufwandes der Datenanalyse und der schrittweisen Annäherung an geeignete Fälle konnte diese Form der Untersuchungsmethodik in dieser Arbeit jedoch nicht durchgeführt werden.

Wie bereits erwähnt, existiert ein positiver Zusammenhang zwischen dem Niveau systemstrukturierender Handlungen und der strukturellen Komplexität der erstellten Concept Map. Die Fähigkeit hingegen, eine sinnvolle Systemgrenze bezüglich der Leitfrage zu ziehen, fiel allen Untersuchungsgruppen schwer. Hauptursache dafür waren die zu engen Informationszusammenhange des geographischen Systems. Vor allem die leistungsstarke Gruppe war in der Lage, alle Informationseinheiten in das System aufzunehmen und sie zu verknüpfen. Es konnte rekonstruiert werden, dass eine Systemgrenzziehung auf zwei Ebene erfolgte: bei der Auswahl der systemrelevanten und -irrelevanten Informationen (Systemabgrenzung 1. Ordnung) und bei der Formulierung einer finalen Antwort auf die Leitfrage (Systemabgrenzung 2. Ordnung). Es wird vorgeschlagen, dass zukünftige Forschungen zur Fähigkeit der Systemabgrenzung tatsächliche Grenzen durch Markierungen implementieren, damit die Wahrnehmung und die Wichtigkeit dieser Kompetenz verdeutlicht wird, weitere Denkanstöße bei der Systemorganisation gegeben werden, sie als ergänzende Scaffolding-Maßnahme dienen kann sowie als zusätzliches Diagnoseinstrument. Außerdem sollten weitere irrelevante Informationen integriert werden, um eine implizite Systemabgrenzung zu provozieren.

Konträr zur Theorie waren alle Untersuchungsgruppen in der Lage, zentrale und insbesondere sinnvolle Schlüsselemente des Systems aufzufinden. Damit kann geschlussfolgert werden, dass alle Untersuchungsgruppen ein kontextbezogenes, systemisches Verständnis aufgebaut haben und die Fähigkeit zur Komplexitätsreduktion erfolgreich anwenden konnten. Dennoch sollte diese Erkenntnis zukünftig

stärker fokussiert werden, da von den Lernenden keinerlei Begründungen für die Auswahl der Schlüsselemente vorliegen und zum jetzigen empirischen Wissensstand ein zufälliges Muster aufgetreten sein könnte. Auch bezüglich der inhaltlichen Qualität der Concept Maps zeigen sich gegensätzliche Meinungen zu den theoretischen Annahmen. Die Verwendung dynamischer Relationen als Pfeilbeschriftungen, z. B. „A vergrößert B“, „C begünstigt D“ oder „E beeinträchtigt F“ wurde nicht automatisch von den leistungsstärkeren Gruppen ausgeführt. Es bestand auch durch die Arbeitsaufträge kein Zwang dazu, sodass in der vorliegenden Studie statische Relationen wie „A liegt an B“ oder „C besteht aus D“ den gleichen Bewertungsmaßstab wie dynamische Relationen bei der Berechnung des Vernetzungs- bzw. Strukturindex erhielten. Weil in diesem Forschungsprojekt lediglich der Kompetenzbereich „Systemorganisation“ betrachtet wurde, können die verschiedenen Relationsformen als eher nebensächlich angesehen werden. Bei künftigen Forschungen zum Kompetenzbereich „Systemverhalten“ müssen dynamische und statische Relationen zuvor grundsätzlich thematisiert werden, da sie eine wesentliche Rolle für die Visualisierung von Veränderungen im System einnehmen.

Die theoretische Annahme, dass innerhalb der Mystery-Methode Diskussionsprozesse angeregt werden, die für eine intensivere Beschäftigung mit dem Inhalt sorgen und dadurch eine höhere systemische Komplexität angebahnt wird, kann nur ansatzweise bestätigt werden. Die diskursiven Auseinandersetzungen finden zu meist auf formaler Ebene statt (z. B. „Wer schreibt?“, „Wer liest die Karten vor?“, „Was machen wir als Nächstes?“). Die systemischen Zusammenhänge sind häufig zu eindeutig, um darüber zu diskutieren. Die Lernenden werden nicht zum Diskutieren aufgefordert, weil keine konträren Meinungen zwischen den Informationstexten auftreten und sie sich nicht mit den Akteur*innen identifizieren müssen bzw. mit ihren subjektiven Überzeugungen argumentieren sollen. Lediglich am Ende, wenn die Leitfrage „Wer ist schuld an Chumbas Situation?“ beantwortet werden soll, diskutieren die Lernenden über die Schuldfrage. Darin zeigt sich schlussendlich, welche systemischen Zusammenhänge sie erkannt haben, indem sie ihre Antwort begründen. Aber während des Arbeitsprozesses spielen sich selten solche Aushandlungsprozesse ab. Hervorzuheben ist jedoch die Untersuchungsgruppe G08 mit der leistungsheterogenen Zusammensetzung. In dieser kommen mehrere Widerspruchshandlungen vor, in denen die Lernenden Handlungen der anderen Gruppenmitglieder hinterfragen und eine Begründung einfordern. Am Ende des argumentativen Dialogs finden sie gemeinsam eine Lösung. Dies spricht dafür, dass eine heterogene Zusammensetzung der Gruppe aufgrund ihres unterschiedlichen Kompetenzniveaus, verschiedener Vorwissensbestände und differenten Strategien im Umgang mit Komplexität eine bessere Grundlage für das Initiieren diskursiver Auseinandersetzungen bildet. Allerdings konnte in dieser Gruppe beobachtet werden, dass die Argumentationsfähigkeit der Schü-

ler*innen stark differiert und die Aushandlungsprozesse eher oberflächlich stattfanden und zumeist von der dominanteren, argumentativ stärkeren Person gewonnen wurden. Das Üben der Argumentationsfähigkeit sowie das verstärkte Herbeiführen diskursiver Auseinandersetzungen innerhalb des Systemorganisationsprozesses sollten daher Schwerpunkt weiterer Forschung sein.

Nichtsdestotrotz kann festgehalten werden, dass die Mystery-Methode zur Veranschaulichung systemischer Denk- und Handlungsprozesse gut geeignet ist. Nach dem Prozess der Modellbildung (ESCHENHAGEN ET AL. 1996), welcher als theoretische Grundlage für die Analyse der Systemorganisation ausgewählt wurde (vgl. Kap. 2.1.4), kam es bei der Anwendung der Mystery-Methode zu einer internen und externen Modellierung des geographischen Systems. Systemelemente wurden in Form von Kärtchen sukzessive identifiziert und miteinander verknüpft. Jene Verknüpfungen wurden als Systemrelationen durch beschriftete Pfeile zwischen den Kärtchen visualisiert. Außerdem wurde eine problemorientierte Leitfrage vorangestellt, die das System auf relevante Elemente und Relationen fokussiert hat (*interne Modellierung*: Systemstruktur und -grenze). Das durch diese systemorganisierenden Handlungen entstandene Denkmodell wurde schließlich durch das Erstellen einer Concept Map zu einem Realmodell weiterentwickelt (*externe Modellierung*: Systemstruktur), welches als Basis für einen Informationsaustausch genutzt werden konnte. Allerdings gilt die Übertragung der Modellbildungsprozesse ausschließlich für die erste Kompetenzteildimension („Systemorganisation“) des Modells geographischer Systemkompetenz. Für die anderen Dimensionen „Systemverhalten“ und „Systemadäquate Handlungsintention“ muss die Mystery-Methode durch weiterführende Aufgaben ergänzt werden, z. B. mit „Wenn-dann-Fragen“ oder mit der Szenario-Technik. Weitere Hinweise, wie die Mystery-Methode eine Förderung geographischer Systemkompetenz gezielt unterstützen kann, finden sich im Diskussionsteil dieser Arbeit. Der große Vorteil der Mystery-Methode gegenüber Fließtextinformationen oder vorgefertigten Schulbuchseiten ist die Präsentation der systemischen Informationen auf vereinzelt Kärtchen, denn wie ein komplexes System in der Realität liegen die Informationen nicht zusammenhängend und elementar vor. Erst durch das Identifizieren, Gewichten und Verknüpfen dieser Informationen ergibt sich ein großes (komplexes) Ganzes, welches als Grundlage für rationale Entscheidungen genutzt werden kann.

Basierend auf den geschilderten Erkenntnissen ergeben sich folgende offene Fragen und Wünsche für weitere Forschungsprojekte:

- Welche Rolle spielt die Sprachkompetenz der Lernenden bei der kollaborativen Erstellung von Concept Maps? Wie wird das systemische Denken sprachlich und interaktional konstituiert?
- Inwiefern unterstützen diskursive Auseinandersetzungen die Förderung geographischer Systemkompetenz?
- Wie entwickelt sich die geographische Systemkompetenz bei der Durchführung mehrerer, leistungsdifferenzierender Mysteries, z. B. in Form eines Design-based-Research-Projektes?
- Welchen Einfluss hat die Gruppengröße auf die Entwicklung eines individuellen, kontextbezogenen Systemverständnisses?
- Welche weiterführenden Erkenntnisse zu den Denk- und Lernprozessen der Schüler*innen kann die „Stimulated Recall“-Methode liefern?
- Wie können Lehrende einen angemessenen Komplexitätsgrad auswählen, um die Schüler*innen nicht zu über- oder unterfordern?
- Inwiefern können Lehrende die kollaborative Auseinandersetzung mit einem systemischen Fachinhalt zweckmäßig moderieren, gezielt unterstützen und zuverlässig bewerten?

Literaturverzeichnis

- ADEY, P., SHAYER, M. (1994): Really Raising Standards. Cognitive Intervention and Academic Achievement. London.
- ANDERSON, J. R., FUNKE, J., NEUSER-VON OETTINGEN, K., PLATA, G. (Hrsg.) (2013): Kognitive Psychologie. Berlin.
- APPLIS, S. (2012): Wertorientierter Geographieunterricht im Kontext Globales Lernen. Theoretische Fundierung und empirische Untersuchung mit Hilfe der dokumentarischen Methode. Weingarten.
- APPLIS, S. (2014): Global Learning in a Geography Course Using the Mystery Method as an Approach to Complex Issues. In: Review of International Geographical Education Online 4, Issue no. 1, S. 58–70.
- ARNDT, H. (2017): Systemisches Denken Im Fachunterricht. In: ARNDT, H. (Hrsg.): Systemisches Denken Im Fachunterricht. Nürnberg, S. 9–24.
- ASSARAF, O. B.-Z., ORION, N. (2005): Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. In: Journal of Research in Science Teaching 42, Issue no. 5, S. 518–560.
- AUFSCHNAITER, C. V., ERDURAN, S., OSBORNE, J., SIMON, S. (2008): Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How Students' Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge. In: Journal of Research in Science Teaching 45, Issue no. 1, S. 101–131.
- AUFSCHNAITER, C. V., WELZEL, M. (2001): Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von LehrLern-Prozessen – Eine Einführung. In: AUFSCHNAITER, S. von, WELZEL, M. (Hrsg.): Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lern-Prozessen. Aktuelle Methoden empirischer pädagogischer Forschung. Münster, S. 7–16.
- AUSUBEL, D. P. (1968): Educational Psychology. A Cognitive View. New York.
- BASQUE, J., LAVOIE, M.-C. (2006): Collaborative Concept Mapping in Education: Major Research Trends. In: CAÑAS, A. J., NOVAK, J. D. (Hrsg.): Concept Maps. Theory, Methodology, Technology : Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José, Costa Rica, S. 79–86.
- BASSEY, M. (1999): Case Study Research in Educational Settings. Buckingham.
- BAUMERT, J., KLIEME, E., NEUBRAND, M., PRENZEL, M., SCHIEFELE, U., SCHNEIDER, W., TILLMANN, K.-J.: WEIß, M. (2003): Erfassung Fächerübergreifender Problemlösekompetenzen in PISA. Berlin.
- BECKER, E., JAHN, T. (Hrsg.) (2006): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt am Main, New York.
- BEHNE, M. (2009): Warum Wählen? Die Wähler Und Ihr Verhältnis Zum Wahlrecht. In: Praxis Politik 5, Heft 4, S. 10–14.
- BELL, T. (2003): Strukturprinzipien Der Selbstregulation. Berlin.

- BELL, T. (2004): Komplexe Systeme Und Strukturprinzipien Der Selbstregulation Im Fächerübergreifenden Unterricht – Eine Lernprozessstudie in Der SII. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 10, S. 163–181.
- BENNINGHAUS, J., MÜHLING, A., KREMER, K., SPRENGER, S. (2019): Complexity in Education for Sustainable Consumption—An Educational Data Mining Approach Using Mysteries. In: Sustainability 11, Heft 3, S. 722.
- BERTALANFFY, L. V. (1968): General Systems Theory. New York.
- BETSCH, T., FUNKE, J., PLESSNER, H. (2011): Denken – Urteilen, Entscheiden, Problemlösen. Berlin, Heidelberg.
- BETTE, J. (2018): Ungeregelte Urbanisierung – Das Beispiel São Paulo. Modellierung Des Favela-Syndroms Zur Förderung Geographischer Systemkompetenz. In: Praxis Geographie 48, Heft 6, S. 38–43.
- BIGGS, J. B., COLLIS, K. F. (1982): Evaluating the Quality of Learning – the SOLO Taxonomy. New York.
- BIRLINGER, A., BUCK, M. R. (1861): Sagen, Märchen Und Aberglauben. Freiburg i. Breisgau.
- BÖGEHOLZ, S., BARKMANN, J. (2005): Rational Choice and Beyond: Handlungsorientierende Kompetenzen Für Den Umgang Mit Faktischer Und Ethischer Komplexität. In: KLEE, R., SANDMANN, A., VOGT, H. (Hrsg.): Lehr- Und Lernforschung in Der Biologiedidaktik, S. 211–224.
- BOHSACK, R. (2011): Qualitative Bild- und Videointerpretation. Die dokumentarische Methode. Stuttgart, Opladen.
- BOLLMANN-ZUBERBÜHLER, B. (2008): Lernwirksamkeitsstudie zum systemischen Denken an der Sekundarstufe I. In: FRISCHKNECHT-TOBLER, U. (Hrsg.): Systemdenken. Wie Kinder und Jugendliche komplexe Systeme verstehen lernen. Zürich, S. 99–118.
- BOLLMANN-ZUBERBÜHLER, B. (2010): Systemisches Denken an der Sekundarstufe I - eine Interventionsstudie. Zürich.
- BOLLMANN-ZUBERBÜHLER, B., KUNZ, P. (2008): Ist systemisches Denken lehr- und lernbar? In: FRISCHKNECHT-TOBLER, U. (Hrsg.): Systemdenken. Wie Kinder und Jugendliche komplexe Systeme verstehen lernen. Zürich, S. 33–52.
- BORTZ, J., DÖRING, N. (1995): Forschungsmethoden und Evaluation. Berlin, Heidelberg.
- BORTZ, J., DÖRING, N. (2015): Forschungsmethoden und Evaluation. Für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin.
- BOSEL, H. (2004): Systeme, Dynamik, Simulation. Modellbildung, Analyse und Simulation komplexer Systeme. Norderstedt.
- BRÄUTIGAM, J. (2014): Systemisches Denken Im Kontext Einer Bildung Für Nachhaltige Entwicklung. Konstruktion Und Validierung Eines Messinstruments Zur Evaluation Einer Unterrichtseinheit. Dissertation. PH Freiburg.
- BRINKHOFF, T. (2020): Kenia. Die Größten Städte. URL: <https://www.citypopulation.de/de/kenya/cities/> (19.03.2020).

- BROCKMÜLLER, S., SIEGMUND, A. (2018): Geographische Systemkompetenz Im Kontext Des Klimawandels – Empirische Befunde Zur Kompetenzstruktur Und Deren Differenzierten Förderbarkeit Am Beispiel Der Bodenerosion. In: HEMMER, M., LINDAU, A.-K., PETER, C., SCHRÜFER, G. (Hrsg.): „Auf Den/die Geographielehrer/in Kommt Es an!“ – Lehrer/innenprofessionalität Und Lehrer/innenbildung Im Fokus Von Theorie, Empirie Und Praxis., S. 27–28.
- BROCKMÜLLER, S., VOLZ, D., SIEGMUND, A. (2016): Der Einsatz Experimenteller Arbeitsweisen Zur Förderung Geographischen Systemverständnisses Bei Schüler/innen Und Lehramtsstudierenden. In: OTTO, K.-H. (Hrsg.): Geographie Und Naturwissenschaftliche Bildung – Der Beitrag Des Faches Für Schule, Lernlabor Und Hochschule, S. 104–123.
- BRÜCKMANN, M. (2009): Sachstrukturen Im Physikunterricht. Ergebnisse Einer Videostudie. Berlin.
- BRUHN, J., FISCHER, F., GRÄSEL, C., MANDL, H. (2000): Kooperatives Lernen mit Mapping-Techniken. In: MANDL, H., FISCHER, F. (Hrsg.): Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken. Göttingen, S. 119–132.
- BRÜHNE, T., HARNISCHMACHER, S. (Hrsg.) (2019): Diercke Concept Mapping. Braunschweig.
- CARTER, G., JONES, M. G., RUA, M. (2003): Effects of Partner's Ability on the Achievement and Conceptual Organization of High-Achieving Fifth-Grade Students. In: Science Education 87, Heft 1, S. 94–111.
- CHAN, C. K.K. (2001): Peer Collaboration and Discourse Patterns in Learning from Incompatible Information. In: Instructional Science 29, Heft 6, S. 443–479.
- CLAUSEN, S. (2015): Systemdenken in der außerschulischen Umweltbildung. Eine Feldstudie. Münster.
- COLLINS, A. M., LOFTUS, E. F. (1975): A spreading-activation theory of semantic processing. In: Psychological Review 82, Heft 6, S. 407–428.
- COLLINS, A. M., QUILLIAN, M. R. (1969): Retrieval Time from Semantic Memory. In: Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 8, S. 240–247.
- CONRAD, D., KOCH, C., LASKE, J. (2012): Problemlösen Im Geographieunterricht. Anwendung Komplexer Strategien Auf Unbekanntem Terrain. In: Praxis Geographie, Heft 12, S. 28–31.
- COX, M. (2018): A Systems Thinking Approach in Secondary Geography Education. URL: https://ees.kuleuven.be/gate-week/presentations/6_Mon_An_research.pdf (02.04.2020).
- DALLMUS, A. (2018): Darf Ich Rosen Aus Ostafrika Kaufen? München. URL: <https://www.br.de/radio/bayern1/inhalt/experten-tipps/umweltkommissar/rosen-blumen-afrika-fairtrade-oekologisch-fair-100.html> (10.08.2018).
- DERRY, S. J. (2007): Guidelines for Video Research in Education. University of Chicago. URL: <https://drdc.uchicago.edu/what/video-research-guidelines.pdf> (18.07.2017).

- DGFG (2006): Bildungsstandards Im Fach Geographie Für Den Mittleren Schulabschluss - Mit Aufgabenbeispielen. Berlin.
- DGFG (2017): Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss - mit Aufgabenbeispielen. Passau.
- DILLENBOURG, P., BAKER, M. J., BLAYE, A., O'MALLEY, C. (1996): The Evolution of Research on Collaborative Learning. In: SPADA, E., REIMAN, P. (Hrsg.): Learning in Humans and Machine: Towards an Interdisciplinary Learning Science. Oxford, New York, S. 189–211.
- DINKELAKER, J., HERRLE, M. (2009): Erziehungswissenschaftliche Videographie. Eine Einführung. Wiesbaden.
- DOHMEN, C. (2017): Faire Blumen Aus Kenia. Rosenlieferant Für Europa. In: Deutschlandfunk Kultur.
- DUTKE, S. (1994): Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens. Kognitionspsychologische Grundlagen für die Software-Ergonomie. Göttingen.
- EDELMANN, W. (1996): Lernpsychologie. Weinheim.
- EDELMANN, W., WITTMANN, S. (2012): Lernpsychologie. Mit Online-Materialien. Weinheim u.a.
- EGNER, H., RATTER, B., DIKAU, R. (Hrsg.) (2008): Umwelt als System - System als Umwelt? Systemtheorien auf dem Prüfstand. München.
- EHLERS, C. (2012): Wo Rosen sind, sind auch Dornen. Der exportorientierte Rosenanbau am Naivasha-See/Kenia. In: HAB, S. (Hrsg.): Mystery. Geographische Fallbeispiele Entschlüsseln. Braunschweig, S. 18–24.
- ERTL, B., FISCHER, F., MANDL, H. (2006): Conceptual and Socio-Cognitive Support for Collaborative Learning in Videoconferencing Environments. In: Computers & Education 47, Heft 3, S. 293–315.
- ESCHENHAGEN, D., KATTMANN, U., RODI, D. (1996): Fachdidaktik Biologie. Köln.
- EULER, D. (2014): Design Principles Als Kristallisationspunkt Für Praxisgestaltung Und Wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung. In: EULER, D., SLOANE, P. F. E. (Hrsg.): Design-Based Research. Stuttgart, S. 97–112.
- FANTA, D., BRÄUTIGAM, J., RIEß, W. (2016): Teaching Systems Thinking: Evaluating an Intervention for Biology and Geography University Students.
- FATHEUER, T. (2014): Der Regenwald Brasiliens – Zwischen Schutz Und Wirtschaftlicher Entwicklung. URL: <http://www.bpb.de/internationales/amerika/brasilien/politik/185270/der-regenwald-brasiliens> (10.10.2016).
- FAUST, H. (2017): Die Vernichtung Des Tropischen Regenwaldes. Trends, Triebkräfte Und Schutzstrategien. In: Praxis Geographie 47, Heft 5, S. 4–11.
- FISCHLER, H., PEUCKERT, J. (2000): Concept Mapping in Forschungszusammenhängen. In: FISCHLER, H., PEUCKERT, J. (Hrsg.): Concept mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie. Berlin, S. 1–22.
- FLUCHTGRUND (2016): Rosen-Exporte Trocknen Kenia Aus. In: Fluchtgrund.

- FÖGELE, J. (2015): Mit Geographischen Basiskonzepten Komplexität Bearbeiten: Hintergrund Und Anwendung Am Beispiel Der Ressource "Sand". In: *Geographie aktuell & Schule* 37, Heft 216, S. 11–21.
- FÖGELE, J. (2016): Entwicklung basiskonzeptionellen Verständnisses in geographischen Lehrerfortbildungen. Dissertation. Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Geographie; Verlagshaus Monsenstein & Vannerdat OHG.
- FÖGELE, J., MEHREN, R., REMPFLER, A. (2020): Wissen Vernetzen. Concept Maps Im Geographieunterricht. In: *Praxis Geographie* 50, Heft 4, S. 10–14.
- FREEMAN, L. A., JESSUP, L. M. (2004): The Power and Benefits of Concept Mapping. Measuring Use, Usefulness, Ease of Use, and Satisfaction. In: *International Journal of Science Education* 26, Issue no. 2, S. 151–169.
- FRISCHKNECHT-TOBLER, U. (Hrsg.) (2008): *Systemdenken. Wie Kinder und Jugendliche komplexe Systeme verstehen lernen*. Zürich.
- FRISCHKNECHT-TOBLER, U., BOLLMANN-ZUBERBÜHLER, B., KUNZ, P., STRAUSS, N.-C. (2013): Förderung von Systemdenken in der Volksschule. Schlussbericht zum Forschungsprojekt SYSDENE 3.
- FRISCHKNECHT-TOBLER, U., KUNZ, P., NAGEL, U. (2008): Systemdenken - Begriffe, Konzepte und Definitionen. In: FRISCHKNECHT-TOBLER, U. (Hrsg.): *Systemdenken. Wie Kinder und Jugendliche komplexe Systeme verstehen lernen*. Zürich, S. 11–31.
- FUNKE, J. (2003): *Problemlösendes Denken*. Stuttgart.
- FUNKE, J. (Hrsg.) (2006): *Denken und Problemlösen*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle.
- GAO, H., SHEN, E., LOSH, S., TURNER, J. (2007): A Review of Studies on Collaborative Concept Mapping: What Have We Learned About the Technique and What Is Next? In: *Journal of Interactive Learning Research* 18, Issue no. 4, S. 479–492.
- GEHL, D. (2013): Concept Mapping als medienwissenschaftliche Methode. In: GEHL, D. (Hrsg.): *Vom Betrachten zum Verstehen*. Wiesbaden, S. 95–155.
- GERSMEHL, P. J., GERSMEHL, C. A. (2006): Wanted: A Concise List of Neurologically Defensible and Assessable Spatial Thinking Skills. In: *Research in Geographic Education* 8, Heft 1, S. 5–38.
- GLASER, B. G., STRAUSS, A. L. (1967): *The Discovery of Grounded Theory. Strategies for Qualitative Research*. New York NY u.a.
- GLORIUS, M. (2006): Wer Ist Die Frau Neben Ihm? Das Mystery Als Neue Methode Für Die Politische Bildung. In: *Praxis Politik* 2, Heft 3, S. 17–21.
- GRAUER, K. (2016): A Case for Case Study Research in Education. In: KLEIN, S. R. (Hrsg.): *Action Research Methods. Plain and Simple*. [Place of publication not identified], S. 69–79.
- GRIEFF, S., FUNKE, J. (2008): What Makes a Problem Complex? Factors Determining Difficulty in Dynamic Situations and Implications for Diagnosing Complex Problem Solving Competence. In: ZUMBACH, J., SCHWARTZ, N., SEUFERT, T., KESTER,

- L. (Hrsg.): Beyond Knowledge: The Legacy of Competence. Meaningful Computer-Based Learning Environments. Heidelberg, S. 199–200.
- GRÜß-NIEHAUS, T. (2010): Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht. Dissertation. Berlin.
- HÄGELE, M., OEDER, A., SCHULER, S. (Hrsg.) (2016): Diercke - Denken lernen mit Karten. Problemorientierte Kartenarbeit in 45 Minuten. Braunschweig.
- HAMILTON, L., CORBETT-WHITTIER, C. (2013): Using Case Study in Education Reserach. Los Angeles.
- HAMMANN, M., PHAN, T. T. H., EHMER, M., GRIMM, T. (2008): Assessing Pupils' Skills in Experimentation. In: Journal of Biological Education 42, Heft 2, S. 66–72.
- HAMMOND, J., GIBBONS, P. (2005): Putting Scaffolding to Work: The Contribution of Scaffolding in Articulating ESL Education. In: Prospect 20, Heft 1, S. 6–30.
- HAB, S. (Hrsg.) (2012): Mystery. Geographische Fallbeispiele Entschlüsseln. Braunschweig.
- HAUGWITZ, M., SANDMANN, A. (2009): Kooperatives Concept Mapping in Biologie: Effekte auf den Wissenserwerb und die Behaltensleistung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 15, S. 89–107.
- HEATH, C., HINDMARSH, J., LUFF, P. (2011): Video in Qualitative Research. Analysing Social Interaction in Everyday Life. London.
- HEMMER, I., HEMMER, M., OBERMAIER, G., UPHUES, R. (2008): Räumliche Orientierung. Eine Empirische Untersuchung Zur Relevanz Des Kompetenzbereichs Aus Der Perspektive Von Gesellschaft Und Experten. In: Geographie und ihre Didaktik 36, Heft 1, S. 17–32.
- HEMMER, M. (2008): Kompetenzen Und Standards Geographischer Bildung - Eckpfeiler Eines Kompetenzentwicklungsmodells. In: GIEST, H., HARTINGER, A., KAHLEERT, J. (Hrsg.): Kompetenzniveaus Im Sachunterricht. Bad Heilbrunn, S. 87–99.
- HEMPOWICZ, J. (2017): Das Erbe Der Inka Als Tourismusmagnet. Ein Mystery Zu Den Auswirkungen Des Globalen Tourismus Auf Mensch Und Raum Am Beispiel Machu Picchu. In: Praxis Geographie 2017, Heft 10, S. 12–18.
- HENNING, J. (2016): Warum Muss Imara Hungern? Ein Mystery-Modul Zur Förderung Systemischen Denkens. In: Praxis Geographie 46, 7/8.
- HERDEG, P. (2014): Leitfaden Mystery. Didaktische Überlegungen und Einsatz im Unterricht. Bern. URL: http://www.education21.ch/sites/default/files/uploads/pdf-d/schule/unterrichtsmedien/Leitfaden%20Mystery_D.pdf.
- HERGET, M. (2003): Bildung Für Eine Nachhaltige Entwicklung Und Die Herausforderung Komplexität. Lüneburg. URL: http://www.leuphana.de/fileadmin/user_upload/Forschungseinrichtungen/infu/files/infu-reihe/18_03.pdf (08.06.2017).
- HERGET, M. (2008): Zukunftsfähiger Unterricht zwischen Komplexität und klaren Strukturen. Untersuchung von drei Unterrichtsreihen des BLK-Modellprogramms "21". Saarbrücken.

- HERMANN, T. (2005): Der Weltkaffeehandel. Erlernen Von Nord-Süd-Beziehungen Mithilfe Eines Mysterys. In: Praxis Geographie 35, Heft 4, S. 28–31.
- HILDEBRANDT, K. (2006): Die Wirkung Systemischer Darstellungsformen Und Multiperspektivischer Wissensrepräsentationen Auf Das Verständnis Des Globalen Kohlenstoffkreislaufs. Dissertation. Universität Kiel.
- HILLER, J. (2017): Die Unternehmensfallstudie als Unterrichtsmethode für den Geographieunterricht. Münster.
- HMELO-SILVER, C. E., AZEVEDO, R. (2006): Understanding Complex Systems. Some Core Challenges. In: Journal of the Learning Sciences 15, Heft 1, S. 53–61.
- HMELO-SILVER, C. E., MARATHE, S., LIU, L. (2007): Fish Swim, Rocks Sit, and Lungs Breathe: Expert–Novice Understanding of Complex Systems. In: Journal of the Learning Sciences 16, Heft 3, S. 307–331.
- HOFFMANN, K. W. (2009): Mit Den Nationalen Bildungsstandards Geographieunterricht Planen Und Auswerten. In: Geographie und ihre Didaktik 37, Heft 3, S. 105–119.
- HOOGHUIS, F., VAN DER SCHEE, J., VAN DER VELDE, M. (2014): The Adoption of Thinking Through Geography Strategies and Their Impact on Teaching Geographical Reasoning in Dutch Secondary Schools. In: International Research in Geographical and Environmental Education 23, Issue no. 3, S. 242–258.
- HORTON, P. B., MCCONNEY, A. A., GALLO, M., WOODS, A. L., SENN, G. J., HAMELIN, D. (1993): An Investigation of the Effectiveness of Concept Mapping as an Instructional Tool. In: Science Education 77, Issue no. 1, S. 95–111.
- HUNDERTMARK, S. (2012): Einblicke in Kollaborative Lernprozesse. Eine Fallstudie Zur Reflektierenden Zusammenarbeit Unterstützt Durch Die Methoden Concept Mapping Und Lernbegleitbogen. Berlin.
- HUNDERTMARK, S., SABALLUS, U., SCHANZE, S. (2010): Die Fallstudie als Methode naturwissenschaftsdidaktischer Forschung. In: HÖTTECKE, D. (Hrsg.): Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Dresden 2009. Berlin u.a., S. 191–193.
- JACOBS, J. K., KAWANAKA, T., STIGLER, J. W. (1999): Integrating Qualitative and Quantitative Approaches to the Analysis of Video Data on Classroom Teaching. In: International Journal of Educational Research 31, Heft 8, S. 717–724.
- JACOBSON, M. J., WILENSKY, U. (2006): Complex Systems in Education: Scientific and Educational Importance and Implications for the Learning Sciences. In: Journal of the Learning Sciences 15, Heft 1, S. 11–34.
- JAHREIB, A. (2011): Gelenkt Oder Frei Systemisch Denken Lern? Empirische Überprüfung Zweier Unterrichtsmodelle Zur Qualitativen Betrachtung Von Geosystemen. In: Geographie und Schule 33, Heft 189, S. 34–40.
- KARDIJK, J., VAN DER SCHEE, J., ADMIRAAL, W. (2013): Effects of Teaching with Mysteries on Students' Geographical Thinking Skills. In: International Research in Geographical and Environmental Education 22, Heft 3, S. 183–190.

- KEEFER, M. W., ZEITZ, C. M., RESNICK, L. B. (2000): Judging the Quality of Peer-Led Student Dialogues. In: *Cognition and Instruction* 18, Issue no. 1, S. 53–81.
- KHARRUFA, A. S. (2010): Digital Tabletops and Collaborative Learning. Dissertation. Newcastle upon Tyne, Newcastle University.
- KHARRUFA, A. S., LEAT, D. (2013): Digital Thinking. In: *Creative Teaching & Learning* 3, S. 64–70.
- KHARRUFA, A. S., LEAT, D., OLIVIER, P. (2010): Digital Mysteries: Designing for Learning at the Tabletop. Saarbrücken.
- KHARRUFA, A. S., OLIVIER, P., LEAT, D. (2009): Digital Mysteries: Designing for Learning at the Tabletop. Newcastle upon Tyne. URL: <http://www.cs.ncl.ac.uk/publications/trs/papers/1171.pdf> (15.09.2016).
- KLAUER, K. J. (2011): Transfer Des Lernens. Warum Wir Oft Mehr Lernen Als Gelehrt Wird. Stuttgart.
- KLIEME, E., AVENARIUS, H., BLUM, W., DÖBRICH, P., GRUBER, H., PRENZEL, M., REISS, K., RIQUARTS, K., ROST, J., TENORTH, H.-E., VOLLMER, H. J. (2003): Zur Entwicklung Nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. Berlin.
- KLIEME, E., MAICHLE, U. (1994): Modellbildung und Simulation im Unterricht der Sekundarstufe I. Auswertung von Untersuchungsversuchen mit dem Modellbildungssystem MODUS. Bonn.
- KNOBLAUCH, H. (2004): Die Video-Interaktions-Analyse. In: *Sozialer Sinn* 5, Heft 1, S. 123–138.
- KÖCK, H. (2001): Typen Vernetzenden Denkens. In: *Geographie und Schule*, Heft 132, S. 9–15.
- KÖCK, H. (2004): Typen Und Kategorien Der Raummanifestation. In: Köck, H., REMPFLER, A. (Hrsg.): *Erkenntnisleitende Ansätze – Schlüssel Zur Profilierung Des Geographieunterrichts*. Köln, S. 19–91.
- KÖCK, H. (2008): Thesen Zur Innergeographischen Integration Von Natur- Und Sozialwissenschaftlicher Dimension Als Voraussetzung Für Eine Mögliche Brückenfunktion. In: *geographische revue* 10, Heft 1, S. 31–39.
- KRAMER, T. (2016): Die Flexibilität Epistemologischer Urteile Von Lehrenden Und Lehramtsstudierenden.
- KREUZBERGER, N. (2011): Neue Aufgabenformen im Erdkundeunterricht. Material auswerten - Aufgaben vernetzen - Probleme lösen - kreativ denken : Kopiervorlagen mit Lösungen : 7.-9. Klasse. Augsburg.
- KUCKARTZ, U. (2016): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim, Basel.
- KULICK, S. (2014): Diskussionen im Geographieunterricht – eine Untersuchung zum Umgang mit und zur Förderung von Kommunikationskompetenz. Diss. Berlin, HU Berlin.
- LAMNEK, S. (2016): Qualitative Sozialforschung. Mit Online-Materialien. Weinheim.

- LASKE, J., SCHULER, S. (2012): Mit Geographie denken und Probleme bearbeiten lernen. Aufgaben im problemlösenden Geographieunterricht. In: Praxis Geographie 42, Heft 12, S. 12–17.
- LAZONDER, A. W., WILHELM, P., OOTES, S. A. W. (2003): Using Sentence Openers to Foster Student Interaction in Computer-Mediated Learning Environments. In: Computers & Education 41, Heft 3, S. 291–308.
- LEAT, D. (1997): Cognitive Acceleration in Geographical Education. In: TILBURY, D., WILLIAMS, M. (Hrsg.): Teaching and Learning Geography. London, S. 143–153.
- LEAT, D. (Ed.) (1998): Thinking Through Geography. Cambridge.
- LEAT, D. (2000): Thinking Through Geography. Cambridge.
- LEAT, D., NICHOLS, A. (1999): Mysteries Make You Think. Sheffield.
- LEAT, D., NICHOLS, A. (2000a): Brains on the Table. Diagnostic and Formative Assessment Through Observation. In: Assessment in Education: Principles, Policy & Practice 7, Issue no. 1, S. 103–121.
- LEAT, D., NICHOLS, A. (2000b): Observing Pupils' Mental Strategies. Signposts for Scaffolding. In: International Research in Geographical and Environmental Education 9, Heft 1, S. 19–35.
- LEAT, D., VAN DER SCHEE, J., VANKAN, L. (2005): New Strategies for Learning Geography. A Tool for Teachers' Professional Development in England and the Netherlands. In: European Journal of Teacher Education 28, Issue no. 3, S. 327–342.
- LEISEN, J. (2010): Lernprozesse Mithilfe Von Lernaufgaben Strukturieren. Informationen Und Beispiele Zu Lernaufgaben Im Kompetenzorientierten Unterricht. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik 21, 117/118, S. 9–13.
- LESER, H. (1991): Landschaftsökologie. Ansatz, Modelle, Methodik, Anwendung. Stuttgart.
- LESER, H., MOSIMANN, T. (1997): Landschaftsökologie. Ansatz, Modelle, Methodik, Anwendung. Stuttgart.
- LEUTNER, D., SCHRETTENBRUNNER, H. (1989): Entdeckendes Lernen in Komplexen Realitätsbereichen: Evaluation Des Computer-Simulationsspiels "Hunger in Nordafrika". In: Unterrichtswissenschaft 17, Heft 4, S. 327–341.
- LIEHR, S., BECKER, E., KEIL, F. (2006): Systemdynamiken. In: BECKER, E., JAHN, T. (Hrsg.): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt am Main, New York, S. 267–283.
- LIPPUNER, R. (2008): Die Abhängigkeit unabhängiger Systeme. Zur strukturellen Kopplung von Gesellschaft und Umwelt. In: EGNER, H., RATTER, B., DIKAU, R. (Hrsg.): Umwelt als System - System als Umwelt? Systemtheorien auf dem Prüfstand. München, S. 103–117.
- LOU, Y., ABRAMI, P. C., SPENCE, J. C., POULSEN, C., CHMBERS, B., D'APOLLONIA, S. (1996): Within-Class Grouping: A Meta-Analysis. In: Review of Educational Research 66, Heft 4, S. 423–458.
- LUHMANN, N. (1984): Soziale Systeme. Grundriß Einer Allgemeinen Theorie. Berlin.

- MAIERHOFER, M. (2001): Förderung des systemischen Denkens durch computerunterstützten Biologieunterricht. Herdecke.
- MANDERSON, A. K. (2006): A Systems Based Framework to Examine the Multi-Contextual Application of the Sustainability Concept. In: *Environment, Development and Sustainability* 8, Heft 1, S. 85–97.
- MAYRING, P. (2015): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim.
- MAYRING, P. (2016): *Einführung in Die Qualitative Sozialforschung*. Weinheim.
- MAYRING, P., FENZL, T. (2014): *Qualitative Inhaltsanalyse*. In: BAUR, N., BLASIUS, J. (Hrsg.): *Handbuch Methoden Der Empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden, S. 543–556.
- MAYRING, P., GLÄSER-ZIKUDA, M., ZIEGELBAUER, S. (2004): Visuelle Methoden in Der Forschung. In: *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 9, Visuelle Methoden, S. 1–17.
- McCLURE, J. R., BELL, P. E. (1990): *Effects of an Environmental Education-Related STS Approach Instruction on Cognitive Structures of Preservice Science Teachers*. Springfield.
- MEHREN, M., MEHREN, R., OHL, U., RESENBERGER, C. (2015): Die doppelte Komplexität geographischer Themen. Eine lohnenswerte Herausforderung für Schüler und Lehrer. In: *Geographie aktuell & Schule* 37, Heft 216, S. 4–11.
- MEHREN, M., REMPFLER, A., ULRICH-RIEDHAMMER, E. M. (2017): Die Anbahnung Von Systemkompetenz Im Geographieunterricht. In: ARNDT, H. (Hrsg.): *Systemisches Denken Im Fachunterricht*. Nürnberg, S. 223–251.
- MEHREN, M., UPHUES, R. (2010): Gute Theorie Ist Praktisch - Kompetenzorientiert Unterrichten Im Fach Geographie. In: *Klett Magazin Geographie*, Heft 3, S. 8–12.
- 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. In: *Journal of Research in Science Teaching* 55, Heft 5, S. 685–711.
- MEHREN, R., REMPFLER, A., ULRICH-RIEDHAMMER, E. M. (2014): Denken in komplexen Zusammenhängen. In: *Praxis Geographie* 44, Heft 4, S. 4–8.
- MEHREN, R., REMPFLER, A., ULRICH-RIEDHAMMER, E. M., BUCHHOLZ, J., HARTIG, J. (2015a): Validierung eines Kompetenzmodells zur geographischen Systemkompetenz. In: GRYL, I., SCHLOTTMANN, A., KANWISCHER, D. (Hrsg.): *Mensch, Umwelt, System. Theoretische Grundlagen und praktische Beispiele für den Geographieunterricht*. Berlin, S. 61–82.
- MEHREN, R., REMPFLER, A., ULRICH-RIEDHAMMER, E. M., BUCHHOLZ, J., HARTIG, J. (2015b): Wie lässt sich Systemdenken messen? Darstellung eines empirisch validierten Kompetenzmodells zur Erfassung geographischer Systemkompetenz. In: *Geographie aktuell & Schule* 37, Heft 215, S. 4–16.

- MEHREN, R., REMPFLE, A., ULRICH-RIEDHAMMER, E. M., BUCHHOLZ, J., HARTIG, J. (2016): Systemkompetenz im Geographieunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften.
- MEIXNER, J., MÜLLER, K. (Hrsg.) (2009): Konstruktivistische Schulpraxis. Beispiele für den Unterricht. Weinheim.
- MESSMER, R. (2015): Stimulated Recall als fokussierter Zugang zu Handlungs- und Denkprozessen von Lehrpersonen. In: Forum Qualitative Sozialforschung 16, Heft 1.
- MIETZEL, G. (2007): Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens. Göttingen.
- MILES, M. B., HUBERMAN, A. M. (1994): Qualitative Data Analysis. Thousand Oaks, London, New Delhi.
- MINISTERIUM FÜR BILDUNG SACHSEN-ANHALT (2016): Fachlehrplan Gymnasium. Geographie. URL: https://www.bildung-lsa.de/pool/RR_Lehrpläne/Erprobung/Gymnasium/FLP_Gym_Geographie_LTn.pdf (11.03.2019).
- MÜLHAUSEN, J., PÜTZ, N. (Hrsg.) (2013): Mysterys. 9 rätselhafte Fälle für den Biologieunterricht. Materialien Sek. I. Hallbergmoos.
- MÜLLER-HOFFMANN, S. (2018): Mysterys Erdkundeunterricht 5-10. Schüleraktivierende Materialien zur Förderung des vernetzten Denkens und der Problemlösekompetenz. Augsburg.
- NAGEL, U., FRISCHKNECHT-TOBLER, U., WILHELM HAMITI, S. (2008): Fallstudien zum Systemlernen bei Kindern und Jugendlichen. In: FRISCHKNECHT-TOBLER, U. (Hrsg.): Systemdenken. Wie Kinder und Jugendliche komplexe Systeme verstehen lernen. Zürich, S. 77–98.
- NESBIT, J. C., ADESOPE, O. O. (2006): Learning with Concept and Knowledge Maps. A Meta-Analysis. In: Review of Educational Research 76, Issue no. 3, S. 413–448.
- NICHOLS, A., KINNINMENT, D., LEAT, D. (2001): More Thinking Through Geography. Cambridge.
- NOVAK, J. D., GOWIN, D. B., KAHLE, J. B. (1984): New Strategies for Evaluation: Concept Mapping. In: NOVAK, J. D., GOWIN, D. B., KAHLE, J. B. (Eds.): Learning How to Learn. Cambridge, S. 93–108.
- NÜCKLES, M., GURLITT, J., PABST, T., RENKL, A. (2004): Mind Maps und Concept Maps. Visualisieren, Organisieren, Kommunizieren. München.
- NUSSBAUM, M. E. (2008): Collaborative Discourse, Argumentation, and Learning: Preface and Literature Review. In: Collaborative Discourse, Argumentation, and Learning 33, Issue no. 3, S. 345–359.
- OHL, U. (2012): Bauernselbstmorde in Indien. Ein Mystery Zur Situation Indischer Kleinbauern. In: Praxis Geographie 2012, Heft 9, S. 14–19.
- OHL, U. (2013): Komplexität und Kontroversität. Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. In: Praxis Geographie 43, Heft 3, S. 4–8.
- OHL, U., MEHREN, M. (2016): Diagnose - Grundlage Gezielter Förderung Im Geographieunterricht. In: Geographie aktuell & Schule 38, Heft 224, S. 4–13.

- OSSIMITZ, G. (2000): Entwicklung systemischen Denkens. [theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen]. München [u.a.].
- PAIVIO, A. (1986): Mental Representations. A Dual Coding Approach. New York NY u.a.
- PEUCKERT, J. (1999): Concept Mapping - Lernen wir unsere Schüler kennen! Teil 1: Grundlagen des Concept Mapping. In: Physik in der Schule 37, Heft 1, S. 47–55.
- PLOMP, T., NIEVEEN, N. (Hrsg.) (2009): An Introduction to Educational Design Research. Enschede.
- PREDIGER, S. (2017): Fachdidaktische Entwicklungsforschung Und Die Entwicklung Lokaler Theorien. Dortmund.
- RASCHKE, N. (2018): Concept Maps. Systematisierung Und Visualisierung Systemischen Denkens. In: Praxis Geographie 48, 7/8, S. 48–51.
- RATTER, B., TREILING, T. (2008): Komplexität - oder was bedeuten die Pfeile zwischen den Kästchen? In: EGNER, H., RATTER, B., DIKAU, R. (Hrsg.): Umwelt als System - System als Umwelt? Systemtheorien auf dem Prüfstand. München, S. 23–38.
- REICH, K. (2012): Konstruktivistische Didaktik. Das Lehr- und Studienbuch mit Online-Methodenpool. Weinheim.
- REICHERTZ, J., ENGLERT, C. J. (2010): Einführung in Die Qualitative Videoanalyse. Eine Hermeneutisch-Wissenssoziologische Fallanalyse. [Erscheinungsort nicht ermittelbar].
- REIMANN, S. (2016): Die Reise Der Rosen. Hamburg. URL: <https://www.dvz.de/rubriken/logistik/detail/news/die-reise-der-rosen.html> (10.08.2018).
- REINFRIED, S. (2006): Berücksichtigung von Interessen, Kenntnissen, Fähigkeiten und Einstellungen. In: HAUBRICH, H., BRUCKER, A. (Hrsg.): Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie konkret. München, S. 74–75.
- REINMANN, G., MANDL, H. (2006): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: KRAPP, A., WEIDENMANN, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. Weinheim, S. 613–658.
- REMPFLER, A. (2010): Systemdenken. Schlüsselkompetenz für zukunftsorientiertes Raumverhalten. In: Geographie aktuell & Schule, Heft 184, S. 11–18.
- REMPFLER, A., UPHUES, R. (2010): Sozialökologisches Systemverständnis. Grundlage für die Modellierung von geographischer Systemkompetenz. In: Geographie und ihre Didaktik, Heft 4, S. 227–239.
- REMPFLER, A., UPHUES, R. (2011a): Systemkompetenz im Geographieunterricht - Die Entwicklung eines Kompetenzmodells. In: MEYER, C. (Hrsg.): Geographische Bildung. Kompetenzen in didaktischer Forschung und Schulpraxis. Braunschweig, S. 36–48.
- REMPFLER, A., UPHUES, R. (2011b): Systemkompetenz Und Ihre Förderung Im Geographieunterricht. In: Geographie und Schule 33, Heft 189, S. 22–33.
- RENDEL, A. (2013): Mystery: Warum Macht Billige Schokolade Nicht Satt? Genuss Mit „Bitterem“ Beigeschmack?! Stuttgart. URL:

- https://www2.klett.de/sixcms/media.php/229/999197_0011_Mystery_Schokolade.pdf (15.01.2019).
- RENDEL, A. (2014): Dem Rätsel Auf Der Spur. Vernetztes Denken Lernen – Vom Fließdiagramm Zum Mystery Am Beispiel Der Meyer Werft in Papenburg. In: Praxis Geographie 44, Heft 4, S. 16–23.
- RHODE-JÜCHTERN, T. (2009): Eckpunkte Einer Modernen Geographiedidaktik. Seelze.
- RHODE-JÜCHTERN, T. (2013): Geographieunterricht - Weltverstehen in Komplexität und Unbestimmtheit. In: KANWISCHER, D. (Hrsg.): Geographiedidaktik. Ein Arbeitsbuch zur Gestaltung des Geographieunterrichts; mit ... 4 Tabellen. Stuttgart, S. 21–33.
- RHODE-JÜCHTERN, T., SCHNEIDER, A. (2012): Wissen, Problemorientierung, Themenfindung. Im Geographieunterricht. Schwalbach am Taunus.
- RIEB, W., MISCHO, C. (2008a): Entwicklung und erste Validierung eines Fragebogens zur Erfassung des systemischen Denkens in nachhaltigkeitsrelevanten Kontexten. In: BORMANN, I., HAAN, G. D. (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. Wiesbaden, S. 215–232.
- RIEB, W., MISCHO, C. (2008b): Wirkungen variierten Unterrichts auf systemisches Denken. In: FRISCHKNECHT-TOBLER, U. (Hrsg.): Systemdenken. Wie Kinder und Jugendliche komplexe Systeme verstehen lernen. Zürich, S. 135–147.
- RIEB, W., MISCHO, C. (2010): Promoting Systems Thinking Through Biology Lessons. In: International Journal of Science Education 32, Issue no. 6, S. 705–725.
- RIEB ET AL. (2015): Wie lässt sich systemisches Denken vermitteln und fördern? Theoretische Grundlagen und praktische Umsetzung am Beispiel eines Seminars für Lehramtsstudierende. In: Geographie aktuell & Schule 37, Heft 215, S. 16–29.
- ROSCHELLE, J., TEASLEY, S. D. (1995): The Construction of Shared Knowledge in Collaborative Problem Solving. In: O'MALLEY, C. (Hrsg.): Computer Supported Collaborative Learning. Berlin, Heidelberg, S. 69–97.
- ROSENKRÄNZER, F., KRAMER, T., HÖRSCH, C., ET AL. (2016): Promoting Student Teachers' Content Related Knowledge in Teaching Systems Thinking. Measuring Effects of an Intervention Through Evaluating a Videotaped Lesson. In: Higher Education Studies 6, Heft 4, S. 156.
- ROSENKRÄNZER, F., STAHL, E., HÖRSCH, C., ET AL. (2016): Das Fachdidaktische Wissen Von Lehramtsstudierenden Zur Förderung Von Systemischem Denken. Konzeptualisierung, Operationalisierung Und Erhebungsmethode. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 22, Heft 1, S. 109–121.
- ROST, J. (2005): Messung Von Kompetenzen Globalen Lernens. In: Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik 28, Heft 2, S. 14–18.

- ROTH, W.-M., ROYCHOUDHURY, A. (1992): The Social Construction of Scientific Concepts or the Concept Map as Device and Tool Thinking in High Conscripton for Social School Science. In: Science Education 76, Issue no. 5, S. 531–557.
- ROTH, W.-M., ROYCHOUDHURY, A. (1993): The Concept Map as a Tool for the Collaborative Construction of Knowledge. A Microanalysis of High School Physics Students. In: Journal of Research in Science Teaching 30, Issue no. 5, S. 503–534.
- RUIZ-PRIMO, M. A., SHAVELSON, R. J. (1996): Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. In: Journal of Research in Science Teaching 33, Issue no. 6, S. 569–600.
- RUMELHART, D. E., NORMAN, D. A. (1978): Das aktive strukturelle Netz. In: NORMAN, D. A., RUMELHART, D. E., ABRAHAMSON, A. A., AEBLI, H. (Hrsg.): Strukturen des Wissens. Wege der Kognitionsforschung. Stuttgart, S. 51–77.
- SABALLUS, U. (2012): Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. Eine Fallstudie. Zugl.: Hannover, Univ., Diss., 2011. Berlin.
- SCHUNPFLUG, A., SCHRÖCK, N. (2000): Globales Lernen. Einführung in Eine Pädagogische Konzeption Zur Entwicklungsbezogenen Bildung. Stuttgart.
- SCHMIDT, L. H. (2006): Technologie Als Prozess.
- SCHNEIDER, A. (2013): Problemorientierung und Reflexivität. In: KANWISCHER, D. (Hrsg.): Geographiedidaktik. Ein Arbeitsbuch zur Gestaltung des Geographieunterrichts; mit ... 4 Tabellen. Stuttgart, S. 34–45.
- SCHREIBER, J. R., SCHULER, S. (2005): Wege Globalen Lernens Unter Dem Leitbild Einer Nachhaltigen Entwicklung. In: Praxis Geographie 35, 4–10.
- SCHUHMAN, A. (2012): Glokalisierung in London. Auswirkungen Einer Global City Auf Mensch Und Raum. In: Praxis Geographie extra: Mystery, S. 60–65.
- SCHULER, S. (2005): Mystery als Lernmethode für globales Lernen. In: Praxis Geographie 35, Heft 4, S. 22–27.
- SCHULER, S. (2012): Denken lernen mit Mystery-Aufgaben. In: HAß, S. (Hrsg.): Mystery. Geographische Fallbeispiele Entschlüsseln. Braunschweig, S. 4–7.
- SCHULER, S., COEN, A., HOFFMANN, K. W., ROHWER, G., VANKAN, L. (Hrsg.) (2016): Mehr denken lernen mit Geographie. Braunschweig.
- SCHULER, S., VANKAN, L., ROHWER, G. (Hrsg.) (2017): Denken lernen mit Geographie. Braunschweig.
- SIZMUR, S., OSBORNE, J. (1997): Learning Processes and Collaborative Concept Mapping. In: International Journal of Science Education 19, Heft 10, S. 1117–1135.
- SLAVIN, R. E. (1996): Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need to Know. In: Contemporary Educational Psychology 21, Heft 1, S. 43–69.
- SMITH, E. E., SHOBEN, E. J., RIPS, L. J. (1974): Structure and Process in Semantic Memory: A Feature Model for Semantic Decisions. In: Psychological Review 81, Issue no. 3, S. 214–241.

- SOMMER, C. (2005): Untersuchung der Systemkompetenz von Grundschulern im Bereich Biologie. Diss. Kiel, Universität Kiel.
- SOMMER, C., HARMS, U. (2010): Biologische Systeme. In: Unterricht Biologie 34, Heft 360, S. 2–9.
- STEINER, G. (2001): Lernen und Wissenserwerb. In: KRAPP, A., WEIDENMANN, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. Weinheim, S. 137–205.
- STENGELIN, M. (2009): Verspeisen Wir Den Regenwald? Mit Der Mystery-Methode Der Lebensmittelkrise Auf Der Spur. In: Praxis Politik 5, Heft 3, S. 18–23.
- STERMAN, J. D. (1994): Learning in and About Complex Systems. In: System Dynamics Review 10, 2-3, S. 291–330.
- STERN, E., APREA, C., EBNER, H. (2003): Improving Cross-Content Transfer in Text Processing by Means of Active Graphical Representation. In: Learning and Instruction 13, Heft 2, S. 191–203.
- STICKEL-WOLF, C., WOLF, J. (2011): Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken. Erfolgreich studieren - gewusst wie! Wiesbaden.
- STRACKE, I. (2004): Einsatz computerbasierter concept maps zur Wissensdiagnose in der Chemie. Empirische Untersuchungen am Beispiel des chemischen Gleichgewichts. Zugl.: Kiel, Univ., Diss., 2003. Münster.
- STRAUSS, A. L., CORBIN, J. M. (1991): Basics of Qualitative Research. Grounded Theory Procedures and Techniques. Newbury Park, Calif.
- SWEENEY, L. (2004): Thinking About Everyday Systems. An Empirical Investigation of Middle School Students' and Their Teachers' Conceptions of Natural and Social Systems. Cambridge.
- SWEENEY, L., STERMAN, J. (2000): Bathtub Dynamics: Initial Results of a Systems Thinking Inventory. In: System Dynamics Review 16, Heft 4, S. 249–286.
- SWEENEY, L. B., STERMAN, J. D. (2007): Thinking About Systems: Student and Teacher Conceptions of Natural and Social Systems. In: System Dynamics Review 23, 2-3, S. 285–311.
- TULODZIECKI, G., HERZIG, B., BLÖMEKE, S. (2004): Gestaltung Von Unterricht. Eine Einführung in Die Didaktik. Bad Heilbrunn.
- TUMA, R., SCHNETTLER, B., KNOBLAUCH, H. (2013): Videographie. Einführung in Die Interpretative Video-Analyse Sozialer Situationen. Wiesbaden.
- ULRICH, H., PROBST, G. J. (1991): Anleitung Zum Ganzheitlichen Denken Und Handeln. Ein Brevier Für Führungskräfte. Bern.
- UNITED NATIONS (2012): The Millennium Development Goals Report 2012. New York. URL: http://www.undp.org/content/dam/undp/library/MDG/english/The_MDG_Report_2012.pdf (09.11.2018).
- UPHUES, R. (2009): Die Systemkompetenz im Geographieunterricht. Herausforderung, Diagnostik, Förderung. Essen. URL: <https://www2.klett.de/sixcms/media.php/229/Essen%202009%20Klett%20-%20Systemkompetenz.pdf> (24.04.2020).

- VAN BOXTEL, C., VAN DER LINDEN, J., ROELOFS, E., ERKENS, G. (2002): Collaborative Concept Mapping. Provoking and Supporting Meaningful Discourse. In: *Theory Into Practice* 41, Issue no. 1, S. 40–46.
- VAN DEN AKKER, J. (1999): Principles and Methods of Development Research. In: VAN DEN AKKER, J., BRANCH, R., GUSTAFSON, K., NIEVEEN, N., PLOMP, T. (Hrsg.): *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Dordrecht, S. 1–14.
- VAN DER SCHEE, J. (2013): Kritisches Denken: Geographische Denkfähigkeit und bedeutungsvolles Lernen. In: ROLFES, M., UHLENWINKEL, A. (Hrsg.): *Metzler-Handbuch 2.0 Geographieunterricht. Ein Leitfaden für Praxis und Ausbildung*. Braunschweig, S. 105–113.
- VAN DER SCHEE, J., LEAT, D., VANKAN, L. (2006): Effects of the Use of Thinking Through Geography Strategies. In: *International Research in Geographical and Environmental Education* 15, Issue no. 2, S. 124–133.
- VAN DER SCHEE, J., VANKAN, L. (2006): *Meer leren denken met aardrijkskunde*. Nijmegen.
- VAN DER SCHEE, J., VANKAN, L., LEAT, D. (2003): The International Challenge of More Thinking Through Geography. In: *International Research in Geographical and Environmental Education* 12, Issue no. 4, S. 330–343.
- VANKAN, L. (Hrsg.) (2007): *Diercke-Methoden. Denken lernen mit Geographie*. Braunschweig.
- VANKAN, L., VAN DER SCHEE, J. (2004): *Leren Denken Met Aardrijkskunde*. Nijmegen.
- VIEHRIG, K., GREIFF, S., SIEGMUND, A., FUNKE, J. (2011): Geographische Kompetenzen fördern. Erfassung der Geographischen Systemkompetenz als Grundlage zur Bewertung der Kompetenzentwicklung. In: MEYER, C. (Hrsg.): *Geographische Bildung. Kompetenzen in didaktischer Forschung und Schulpraxis*. Braunschweig, S. 49–57.
- VIEHRIG, K., SIEGMUND, A., FUNKE, J., WÜSTENBERG, S., GREIFF, S. (2017): The Heidelberg Inventory of Geographic System Competency Model. In: LEUTNER, D. (Hrsg.): *Competence Assessment in Higher Education. Research, Models and Instruments*. Cham, Switzerland, S. 31–53.
- VIEHRIG, K., SIEGMUND, A., WÜSTENBERG, S., GREIFF, S., FUNKE, J. (2012): Systemisches Und Räumliches Denken in Der Geographischen Bildung - Erste Ergebnisse Zur Überprüfung Eines Modells Der Geographischen Systemkompetenz. In: HÜTTERMANN, A., KIRCHNER, P., SCHULER, S., DRIELING, K. (Hrsg.): *Räumliche Orientierung. Räumliche Orientierung, Karten Und Geoinformation Im Unterricht*. Braunschweig, S. 95–102.
- VOß, R. (Hrsg.) (2005): *Unterricht aus konstruktivistischer Sicht. Die Welten in den Köpfen der Kinder*. Weinheim.
- VYGOTSKY, L. S. (1978): *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*.
- WARDENGA, U. (2002): Alte Und Neue Raumkonzepte Für Den Geographieunterricht. In: *geographie heute* 23, Heft 200, S. 8–11.

- WARDENGA, U., WEICHHART, P. (2006): Sozialökologische Interaktionsmodelle Und Systemtheorien - Ansätze Einer Theoretischen Begründung Integrativer Projekte in Der Geographie? In: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Heft 148, S. 9–31.
- WATERS FOUNDATION (2010): Systems Thinking in Schools. A Waters Foundation Project. URL: <http://watersfoundation.org/systems-thinking/habits-of-a-systems-> (10.10.17).
- WEICHHART, P. (2003): Physische Geographie Und Humangeographie – Eine Schwierige Beziehung: Skeptische Anmerkungen Zu Einer Grundfrage Der Geographie Und Zum Münchener Projekt Einer „Integrativen Umweltwissenschaft“. In: HEINRITZ, G. (Hrsg.): Integrative Ansätze in Der Geographie – Vorbild Oder Trugbild? Passau, S. 17–34.
- WEINERT, F. E. (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – Eine Umstrittene Selbstverständlichkeit. In: WEINERT, F. E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim, Basel, S. 17–31.
- WILKINSON, I., FUNG, Y. Y. (2002): Small-Group Composition and Peer Effects. In: International Journal of Educational Research 37, S. 425–447.
- WIRTZ, M. A., CASPAR, F. (2002): Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität. Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen. Göttingen u.a.
- WOOD, D., BRUNNER, J. S., ROSS, G. (1976): The Role of Tutoring in Problem Solving. In: Journal of Children Psychology and Psychiatry 17, S. 89–100.
- WWF DEUTSCHLAND (2014): Wasserrisiko Deutschland - Fallbeispiel 3. Schnittblumen Aus Kenia. Berlin. URL: https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Wasserrisiko_Fallbeispiel_Schnittblumen_aus_Kenia.pdf (10.08.2018).
- YIN, R. K. (2009): Case Study Research. Design and Methods. Los Angeles.
- YIN, R. K. (2018): Case Study Research and Applications. Design and Methods. Los Angeles, London, New Dehli, Singapore, Washington DC, Melbourne.
- ZOHAR, A., NEMET, F. (2002): Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. In: Journal of Research in Science Teaching 39, Heft 1, S. 35–62.

Anhang

Der Anhang der vorliegenden Arbeit untergliedert sich in einen gedruckten und einen digitalen Teil.

Der nachstehende, gedruckte Teil beinhaltet folgende Materialien bzw. Dokumente:

- Anhang 1:** Unterrichtsmaterial der Hauptstudie (inkl. Mystery-Kärtchen)
- Anhang 2:** Arbeitsaufträge in der Unterrichtseinheit „Rosen am Naivasha-See (Kenia)“
- Anhang 3:** Transkriptionsregeln für die Videoanalyse, verändert nach dem Transkriptionssystem GAT 2
- Anhang 4:** Übersicht zum Kategoriensystem systemorganisierender Handlungen
- Anhang 5:** Kodierleitfaden zur Analyse systemorganisierender Handlungen

Der zweite Teil umfasst sowohl weitere Dokumente aus der Datenerhebung und -analyse als auch Materialien, die vor allem in der theoretischen Aufarbeitung des Themas verwendet wurden. Die Einsicht in diese Dokumente kann per E-Mail direkt beim Autor erfragt werden (jannick.hempowicz@geo.uni-halle.de):

- theoretische Materialien mit Verweis auf die Veröffentlichung
 - Vierdimensionales Kompetenzstruktur- und -stufenmodell nach REMPLER, UPHUES 2011a
 - Systemkompetenztest zum Thema „Tropischer Regenwald“ inkl. Aufgabenstamm (MEHREN, R. ET AL. 2015b, Online Ergänzung I)
 - Erwartungshorizont zum Systemkompetenztest „Tropischer Regenwald“ (MEHREN, R. ET AL. 2015b, Online Ergänzung I)
 - Kodieranleitung zur Berechnung des Strukturindex (MEHREN ET AL. 2017, S. 235-236)
- Materialien der Datenerhebung (Auswahl)
 - Concept Maps der Untersuchungsgruppen, auch visualisiert mit CmapTool
 - Schriftliche Antwortsätze der Untersuchungsgruppen
 - Videodaten der Untersuchungsgruppen
- Materialien der Datenauswertung (Auswahl)
 - Rating der schriftlichen Antwortsätze der Untersuchungsgruppen
 - Segmentierungsanalyse der Untersuchungsgruppen
 - Allgemeine Kodierregel bei der Analyse systemorganisierender Handlungen

Anhang 1: Unterrichtsmaterial der Hauptstudie (inkl. Mystery-Kärtchen)

Ausgangsgeschichte

Chumba ist Fischer am Naivasha-See in Kenia. Auch sein Vater und Großvater waren Fischer. Als Chumba noch klein war, wartete er mittags darauf, dass die beiden mit vielen Fischen beladen ans Ufer zurückkehrten. Diese wurden in großen Körben ins Dorf getragen und dort auf dem Markt verkauft. Damals ging es der Familie gut.

In den ersten Jahren, in denen er dann selbst auf den See hinauspaddeln konnte, kehrte auch er immer mit großen Fangmengen heim. Derzeit jedoch gehen diese stetig zurück und die Situation für ihn, seine Frau Mende und seine drei Kinder wird immer kritischer. Er kann seine Kinder nicht mehr zur Schule schicken, da er für die dafür notwendigen Schulgebühren nicht bezahlen kann. Nicht selten leiden sie Hunger. Chumba ist verzweifelt, denn so hat er sich das Leben für seine Kinder nicht vorgestellt. Er weiß aber auch, dass er an dieser Situation nicht die Schuld trägt, verantwortlich dafür sind andere.

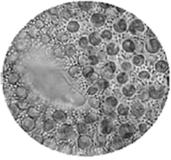


Abbildung: Chumba mit zwei Freunden beim Fischen auf dem Naivasha-See

Leitfrage:

Wer ist schuld an Chumbas Situation?

- Aufgabe:** Entwickelt gemeinsam verschiedene Vermutungen zur Beantwortung der Leitfrage und beschreibt eine Vermutung ausführlich (in Sätzen) im unteren Kästchen.

<p>1 Blumenplantagen</p> <p>Die Region um den Naivasha-See ist das wichtigste Blumenanbaugelände Kenias. Vor ca. 20 Jahren wurden hier die ersten Blumenfarmen errichtet. Heute existieren siebzig. Der Rosenanbau erfolgt überwiegend in großen Gewächshäusern.</p>	<p>2 Mr. Dewere</p> <p>Mr. Dewere hat seine Blumenplantage am Naivasha-See errichtet: „Die Nachfrage an Rosen ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen, weshalb wir große Gewinne erzielen können.“</p> 
<p>3 Krankenhaus</p> <p>Beryls Tochter Andela hat Malaria und wird im neu gebauten Krankenhaus versorgt. Neben Andela liegt ein kleiner Junge. Er leidet an einem fürchterlichen Hautausschlag. Seine Mutter Mende meint, dass er zu viel im See geschwommen sei.</p> <p>Beryl sagt zu Mende: „Wir müssen der Blumenindustrie dankbar sein, denn dadurch haben wir hier ein Krankenhaus.“ Mende schweigt, sie ist anderer Meinung.</p>	<p>4 Veränderungen im See</p> <p>Wenn der Naivasha-See kleiner und flacher wird, wird das Wasser wärmer, was das Wachstum mikroskopischer Algen fördert. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis das Seewasser toxisch (giftig) wird.</p> 
<p>5 Rosen zum Muttertag</p> <p>Am 9. Mai ist Muttertag. Er ist einer der umsatzstärksten Tage im deutschen Blumenhandel. Auch Christoph aus Halle will seiner Mutter dieses Jahr einen schönen Rosenstrauß schenken, viel Geld kann er dafür jedoch nicht ausgeben.</p> 	<p>6 Fischer Chumba</p> <p>Gestern konnte Chumba nur wenige Fische mit nach Hause bringen. „Durch den Rückgang des Wassers werden die Brutgebiete einfach zu stark beeinträchtigt“, erklärt er seiner Frau Mende.</p> 
<p>7 Beryl</p>  <p>Beryl ist 26 Jahre alt und hat zwei kleine Töchter. Für Andela und Sakina muss sie alleine sorgen, seitdem ihr Mann sie verlassen hat. Mit der Hoffnung, auf den Blumenfarmen Arbeit zu finden, hat sie ihren Heimatort verlassen und ist nach Naivasha-Stadt gezogen.</p>	<p>8 Tote Fische im See</p> <p>Heute hat Chumba viele Fische gesehen, doch sie schwammen alle tot an der Oberfläche. Er ist entsetzt.</p> 

<p>9 Bevölkerungswachstum</p>	<p>10 Schlechte Bezahlung</p>												
<p>Die Bevölkerung am Naivasha-See betrug 1969 ungefähr 7000 Einwohner. 2007 waren es bereits 300.000.</p>	<p>Der Verdienst der Arbeiter auf den Blumenplantagen ist sehr gering. Sie erhalten ca. 30 bis 40 Euro im Monat, was oftmals nicht ausreicht, um die Familie zu ernähren und Trinkwasser zu kaufen.</p> 												
<p>11 Christoph</p>	<p>12 Abwasser im See</p>												
<p>Christoph ist begeistert. Er hat heute in einem Supermarkt gesehen, dass es dort zehn Rosen für nur 1,99 Euro zu kaufen gibt. „Toll, dass es die Rosen so billig gibt, auch wenn ich über den günstigen Preis etwas gewundert habe.“</p> 	<p>Die verunreinigten Abwässer der Blumenfarmen verursachen eine Eutrophierung des Sees. Chumba findet es nicht gut, dass Mr. Dewere noch mehr Gewächshäuser bauen will. Er glaubt, dass die Belastung des Sees steigen wird.</p> <p>(Eutrophierung = starkes Algenwachstum durch Nährstoffe)</p>												
<p>13 Naivasha-Stadt</p>	<p>14 Naivasha-See</p>												
<p>Chumbas Frau Mende war in der Stadt Naivasha auf dem Markt und ist empört zurückgekehrt: „Die Leute schmeißen ihren Dreck überall hin. Dieser Müll landet über die Abwässer direkt im See, weil die einzige Kläranlage gerade saniert wird. Die Regierung von Naivasha-Stadt ist für das Bevölkerungswachstum kaum gerüstet.“</p>	<p>Der Naivasha-See liegt in Kenia. Er hat eine Tiefe von 6,50 m und beherbergt eine riesige Artenvielfalt. Neben Fischen und zahlreichen Pflanzen kommen dort auch Flusspferde vor. 1995 wurde der Naivasha-See international zum Schutzgebiet erklärt. Der See ist als Ausflugsziel bei Touristen beliebt.</p> 												
<p>15 Blumenhandel</p>	<p>16 Hohe Nachfrage an Blumen</p>												
<table border="1" data-bbox="166 1153 504 1302"> <thead> <tr> <th colspan="2">Entwicklung des kenianischen Schnittblumenexports</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1980</td> <td>1.900 Tonnen</td> </tr> <tr> <td>1990</td> <td>15.000 Tonnen</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>38.750 Tonnen</td> </tr> <tr> <td>2006</td> <td>86.480 Tonnen</td> </tr> <tr> <td>2011</td> <td>121.900 Tonnen</td> </tr> </tbody> </table> <p>Quelle: www.kenyaflowercouncil.org</p>	Entwicklung des kenianischen Schnittblumenexports		1980	1.900 Tonnen	1990	15.000 Tonnen	2000	38.750 Tonnen	2006	86.480 Tonnen	2011	121.900 Tonnen	<p>Keine Nation importiert mehr Schnittblumen als die Deutschen. Am liebsten mögen die Deutschen die Rose. Kenia ist Afrikas bedeutendster Rosenproduzent.</p> 
Entwicklung des kenianischen Schnittblumenexports													
1980	1.900 Tonnen												
1990	15.000 Tonnen												
2000	38.750 Tonnen												
2006	86.480 Tonnen												
2011	121.900 Tonnen												

17	Blumenarbeiter	18	Wasser für die Gewächshäuser
<p>Beryl ist glücklich. Sie wurde von Mr. Dewere als Blumenarbeiterin eingestellt. Nun ist sie eine von ca. 50.000 Menschen, die auf den Blumenfarmen am Naivasha-See tätig sind: „Die Blumenindustrie ist wichtig für uns. In Kenia leben viele Menschen vom Blumenexport.“</p>		<p>Die Pflanzen werden über ein Tröpfchenbewässerungssystem versorgt. Mr. Dewere sagt: „Das dafür notwendige Wasser entnehmen wir dem See.“</p> 	
19	Artenvielfalt	20	Pestizide
<p>Der Naivasha-See ist die Heimat von rund 300 Vogelarten, zum Beispiel Ibisse, Pelikane oder Kormorane. Aber auch Flusspferde, Giraffen oder Antilopen leben am See.</p>		<p>Der Blumenanbau wird unter einem hohen Einsatz von Pestiziden betrieben. Häufig erhalten die Arbeiter keine entsprechende Schutzkleidung und die notwendigen Schutzmaßnahmen werden nicht eingehalten. Die Menschen kommen mit den Chemikalien direkt in Berührung und leiden unter Allergien, Hautausschlägen oder Atemwegserkrankungen.</p>	
21		22	
23		24	
25		26	

Anhang 2: Arbeitsaufträge in der Unterrichtseinheit „Rosen am Naivasha-See (Kenia)“

	erledigt v
1) Lest die Ausgangsgeschichte und die Leitfrage.	
2) Entwickelt gemeinsam verschiedene Vermutungen zur Beantwortung der Leitfrage und beschreibt <u>eine Vermutung</u> ausführlich (in Sätzen) im Kästchen auf dem Arbeitsblatt.	
3) Lest die Informationskärtchen sorgfältig durch. Entwickelt anschließend eine Concept Map auf der Pinnwand, indem ihr begründete Zusammenhänge zwischen den Karten herstellt. <i>Beachtet:</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Kärtchen, die ihr als nicht wichtig für die Beantwortung der Leitfrage seht, könnt ihr zur Seite legen. Versucht trotzdem so viele Kärtchen wie möglich zu nutzen.</i> • <i>Leere Kärtchen (Nr. 21-26) könnt ihr selbst beschriften und in der Concept Map verwenden.</i> • <i>Zeichnet und beschriftet die Pfeile mit Bleistift.</i> • <i>Die Nummern auf den Karten haben keine Bedeutung für euch.</i> 	
4) Beschriftet eure Concept Map mit einer eigenen Überschrift.	
5) Markiert die <u>drei</u> für euch wichtigsten Kärtchen zur Beantwortung der Leitfrage farbig.	
6) Beantwortet gemeinsam die anfangs gestellte Leitfrage <u>mithilfe eurer Concept Map</u> und begründet eure Antwort <u>ausführlich</u> (in Sätzen) in der unteren, rechten Ecke der Pinnwand.	
7) Überprüft eure Antwort auf die Leitfrage mit eurer Vermutung zu Beginn. Schreibt die entsprechende Zahl neben eure Antwort auf die Pinnwand: <ul style="list-style-type: none"> 3 – stimmt vollkommen überein 2 – stimmt teilweise überein 1 – stimmt kaum überein 0 – stimmt nicht überein 	

Anhang 3: Transkriptionsregeln für die Videoanalyse, verändert nach dem Transkriptionssystem GAT 2

Quellen:

- SELTING, M.; AUER, P.; BARTH-WEINGARTEN, D.; BERGMANN, J.; BERGMANN, P.; BIRKNER, K.; COUPER-KUHLEN, E.; DEPPERMAN, A.; GILLES, P.; GÜNTNER, S.; HARTUNG, M.; KERN, F.; MERTZLUFFT, C.; MEYER, C.; MOREK, M.; OBERZAUCHER, F.; PETERS, J.; QUASTHOFF, U.; SCHÜTTE, W.; STUKENBROCK, A.; UHMANN, S. (2009): Gesprächsanalytisches Transkriptionssystem 2. GAT 2. Gesprächsforschung – Online-Zeitschrift zur verbalen Interaktion. Ausgabe 10, S. 353-402.
- DRESING, T. UND PEHL, T. (2015): Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. 6. Auflage. Marburg. www.audiotranskription.de/praxisbuch (Abruf am 01.11.2016)
-

Sequenzielle Struktur/Verlaufsstruktur

[] Überlappungen und Simultansprechen

Ein- und Ausatmen

°h / h° Ein- bzw. Ausatmen von ca. 0.2-0.5 Sek. Dauer
°hh / hh° Ein- bzw. Ausatmen von ca. 0.5-0.8 Sek. Dauer
°hhh / hhh° Ein- bzw. Ausatmen von ca. 0.8-1.0 Sek. Dauer

Pausen

(.) Mikropause, geschätzt, bis ca. 0.2 Sek. Dauer
(-) kurze geschätzte Pause von ca. 0.2-0.5 Sek. Dauer
(--) mittlere geschätzte Pause v. ca. 0.5-0.8 Sek. Dauer
(---) längere geschätzte Pause von ca. 0.8-1.0 Sek. Dauer
(0.5) gemessene Pausen von ca. 0.5 bzw. 2.0 Sek. Dauer
(2.0) (Angabe mit einer Stelle hinter dem Punkt)

Sonstige segmentale Konventionen

und_äh Verschleifungen innerhalb von Einheiten
äh öh äm Verzögerungssignale, sog. "gefüllte Pausen"

Lachen und Weinen

haha hehe hihi silbisches Lachen
((lacht))((weint)) Beschreibung des Lachens
<<lachend>> Lachpartikeln in der Rede, mit Reichweite
<<-> soo "smile voice"

Rezeptionssignale

hm ja nein nee
hm_hm ja_a
nei_ein nee_e
?hm?hm,

einsilbige Signale
zweisilbige Signale

mit Glottalverschlüssen, meistens verneinend

Sonstige Konventionen

((*hustet*))

para- und außersprachliche Handlungen u. Ereignisse

<<*hustend*>>

sprachbegleitende para- und außersprachliche Handlungen und Ereignisse mit Reichweite

()

unverständliche Passage ohne weitere Angaben

(xxx), (xxx xxx)

ein bzw. zwei unverständliche Silben

(solche)

vermuteter Wortlaut

(also/alo)

mögliche Alternativen

(solche/welche)

((unv., ca. 3 Sek.))

unverständliche Passage mit Angabe der Dauer

((...))

Auslassung im Transkript

→

Verweis auf im Text behandelte Transkriptzeile

Zusätze aus Basistranskript

=

schneller, unmittelbarer Anschluss neuer Sprecherbeiträge oder Segmente (*latching*)

akZENT

Fokusakzent

ak!ZENT!

extra starker Akzent

/

Wort- und Satzabbrüche (entnommen aus DREHSING, PEHL 2015)

Änderungen zum Originaltranskriptionssystem

- para- und außersprachliche Handlungen werden kursiv geschrieben, um sie besser kenntlich zu machen
- Wort- und Satzabbrüche spielen wichtige Rolle bzw. kommen sehr oft vor → übernommen aus DREHSING, PEHL (2015)
- graue Teile des Minimaltranskripts wurden bei der Transkription außer Acht gelassen, weil sie für eine nachfolgende Interpretation irrelevant erscheinen
- = + Akzent wurden aus dem Basistranskript aufgenommen, da sie für eine nachfolgende Interpretation als wichtig erscheinen

Anhang 4: Übersicht zum Kategoriensystem systemorganisierender Handlungen

Systemabgrenzende Handlungen	Systemstrukturierende Handlungen	Sonstige systemorganisierende Handlungen
A1: Aufnehmen einer Karte	B1a: Verknüpfen von zwei Karten	C1: Bilden von Gruppen
A2: Aussortieren einer Karte	B1b: Verknüpfen einer divergenten Struktur	C2: Zuordnen von Karten zu einer Gruppe
A3: Wiederaufnehmen einer Karte	B1c: Verknüpfen einer konvergenten Struktur	C3: Revision einer Handlung
	B1d: Verknüpfen zu einer linearen Kette	C4: Sonstige Handlung
	B1e: Verknüpfen einer Parallelstruktur	
	B1f: Verknüpfen eines Kreislaufs	
	B2a: Verlängern einer Zweierverknüpfung	
	B2b: Verlängern einer divergenten Struktur	
	B2c: Verlängern einer konvergenten Struktur	
	B2d: Verlängern einer linearen Kette	
	B2e: Verlängern einer Parallelstruktur	
	B2f: Verlängern eines Kreislaufes	
	B3a: Integrieren von Karten innerhalb einer Zweierverknüpfung	
	B3b: Integrieren von Karten innerhalb einer divergenten Struktur	
	B3c: Integrieren von Karten innerhalb einer konvergenten Struktur	
	B3d: Integrieren von Karten innerhalb einer linearen Kette	
	B3e: Integrieren von Karten innerhalb einer Parallelstruktur	
	B3f: Integrieren von Karten innerhalb eines Kreislaufs	
	B4a: Umtauschen der Karten einer Zweierverknüpfung	
	B4b: Umtauschen von Karten in einer divergenten Struktur	
	B4c: Umtauschen von Karten in einer konvergenten Struktur	
	B4d: Umtauschen der Reihenfolge in einer linearen Kette	
	B4e: Umtauschen von Karten in einer Parallelstruktur	
	B4f: Umtauschen von Karten in einem Kreislauf	
	B5: Unklare Relation	

Anhang 5: Kodierleitfaden zur Analyse systemorganisierender Handlungen

Dimension	Kategorie	Beschreibung	Ankerbeispiele (Gruppe: Zeit)	Kodierregel / Hinweise
Systemabgrenzende Handlungen (A)	A1: Aufnehmen einer Karte	Eine Karte wird als relevant identifiziert und auf einen festgelegten Platz dafür gelegt.	G01: ab 07:16	Der festgelegte Platz wird zuvor von den SuS bestimmt. Er kann z. B. die gesamte Arbeitsfläche, ein Teil der Arbeitsfläche oder ein Stapel sein. Die Karte kann auch direkt mit einer oder mehreren bereits aufgenommenen Karten verbunden werden.
	A2: Aussortieren einer Karte	Eine Karte wird als irrelevant identifiziert und auf einen festgelegten Platz dafür gelegt.	G08: ab 19:35	Der festgelegte Platz wird zuvor von den SuS bestimmt. Er kann z. B. außerhalb der Arbeitsfläche oder ein Stapel sein.
	A3: Wiederaufnehmen einer Karte	Eine zuvor als irrelevant identifizierte Karte wird wieder aufgenommen und auf einen festgelegten Platz dafür gelegt.	G01: ab 11:36	Der festgelegte Platz wird zuvor von den SuS bestimmt. Er kann z. B. die gesamte Arbeitsfläche, ein Teil der Arbeitsfläche oder ein Stapel sein. Die Karte kann auch direkt mit einer oder mehreren bereits aufgenommenen Karten verbunden werden.
Systemstrukturierende Handlungen (B)	B1a: Verknüpfen von zwei Karten	Zwei Karten werden miteinander in Beziehung gesetzt. A → B oder A ← B oder A ? B	G09 ab 25:18	Zwei unabhängige Karten werden verknüpft, ohne dass sie direkt zuvor in eine feste Struktur gebracht wurden. Eine direkte Rückkopplung wird mit B1e kodiert.
	B1b: Verknüpfen einer divergenten Struktur	Ausgehend von einer Karte werden zwei unabhängige Karten verknüpft. C ← A → B	G01 ab 21:19	Die Handlung wird ohne Unterbrechung von einer Person ausgeführt. Diese Kategorie wird für Handlungen mit genau drei Karten genutzt. Werden mehr Karten genutzt, so muss eine zusätzliche Kategorie gewählt werden (z. B. B2b).
	B1c: Verknüpfen einer konvergenten Struktur	Ausgehend von zwei unabhängigen Karten wird eine Karte verknüpft. A → B ← C	G09 ab 34:09	Die Handlung wird ohne Unterbrechung von einer Person ausgeführt. Diese Kategorie wird für Handlungen mit genau drei Karten genutzt. Werden mehr Karten genutzt, so muss eine zusätzliche Kategorie gewählt werden (z. B. B2c).

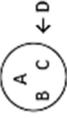
Systemstrukturierende Handlungen (B)			
B1d: Verknüpfen zu einer linearen Kette	Mindestens drei Karten werden in eine lineare Beziehung gesetzt. $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \dots$	G01 ab 10:45	Die Handlung wird ohne Unterbrechung von einer Person ausgeführt. Wird eine Karte von einer anderen Person hinzugefügt, so wird mit B2d kodiert.
B1e: Verknüpfen einer Parallelstruktur	Zwei Karten sind über mindestens zwei parallele Pfade miteinander verknüpft. $A \rightarrow B \quad A \rightarrow B$ $\searrow \downarrow \quad \downarrow \downarrow$ $C \quad C \rightarrow D$	G09 ab 31:33	Die Handlung wird ohne Unterbrechung von einer Person ausgeführt. Die Anzahl der beteiligten Karten ist beliebig.
B1f: Verknüpfen eines Kreislaufs	Mindestens zwei Karten werden miteinander linear verbunden. Sie bilden einen in sich geschlossenen Kreislauf. $A \leftarrow B \quad A \rightarrow B$ $K \downarrow \quad \uparrow \downarrow$ $C \quad D \leftarrow C$	G01 ab 29:26	Unter diese Kategorie fällt auch eine einfache Rückkopplung zwischen zwei Karten.
B2a: Verlängern einer Zweierverknüpfung	Eine bestehende Zweierverknüpfung wird durch mindestens eine weitere Karte zu einer linearen Kette, zu einer divergenten oder zu einer konvergenten Struktur verlängert. $A \rightarrow B \rightarrow C$ (linear); $C \rightarrow A \rightarrow B$ (linear) $A \rightarrow B \leftarrow C$ (konvergent) $C \leftarrow A \rightarrow B$ (divergent)	G01 ab 12:32	—
B2b: Verlängern einer divergenten Struktur	Eine bestehende divergente Struktur wird durch mindestens eine weitere Karte erweitert. D \uparrow $C \leftarrow A \rightarrow B \rightarrow E$	G09 ab 32:09	Die Erweiterung kann sich auf die Ausgangskarte (A) oder auf eine der wegführenden Karten (B, C) beziehen.

Dimension	Kategorie	Beschreibung	Ankerbeispiele (Gruppe; Zeit)	Kodierregel / Hinweise
Systemstrukturierende Handlungen (B)	B2c: Verlängern einer konvergenten Struktur	Eine bestehende konvergente Struktur wird durch mindestens eine weitere Karte erweitert. $E \downarrow$ $D \rightarrow B \rightarrow A \leftarrow C$	G06 ab 41:43	Die Erweiterung kann sich auf die Ausgangskarte (A) oder auf eine der hinführenden Karten (B, C) beziehen.
	B2d: Verlängern einer linearen Kette	Eine bestehende lineare Kette wird durch mindestens eine weitere Karte an einer beliebigen Stelle erweitert. $E \uparrow$ $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow \dots$ $F \uparrow$	G01 ab 13:14	Die Verlängerung kann eine längere lineare Kette sowie eine divergente (G01: 17:16) bzw. konvergente (G01: 15:26) Verzweigung sein.
	B2e: Verlängern einer Parallelstruktur	Eine bestehende Parallelstruktur wird durch mindestens eine weitere Karte an einer beliebigen Stelle erweitert. $A \rightarrow B \rightarrow E \quad A \rightarrow B \rightarrow F$ $\searrow \downarrow \quad \downarrow \downarrow$ $C \rightarrow D \quad C \rightarrow D \rightarrow E$	G08 ab 21:58	—
	B2f: Verlängern eines Kreislaufes	Ein bestehender Kreislauf wird durch mindestens eine weitere Karte an einer beliebigen Stelle verzweigt. $A \rightarrow B \rightarrow E$ $\uparrow \downarrow$ $D \leftarrow C \leftarrow F$	<i>erfüllt, theoretisch entwickelt</i>	—
	B3a: Integrieren von Karten innerhalb einer Zweierverknüpfung	In eine bestehende Zweierverknüpfung wird mindestens eine zusätzliche Karte integriert. Die finale Struktur kann linear, divergent oder konvergent sein. $A \rightarrow C \rightarrow B; A \leftarrow C \leftarrow B; A \leftarrow C \rightarrow B;$ $A \rightarrow C \leftarrow B; A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B$	G08 ab 32:59	—

Systemstrukturierende Handlungen (B)			
B3b: Integrieren von Karten innerhalb einer divergenten Struktur	In eine bestehende divergente Struktur wird mindestens eine zusätzliche Karte integriert. $C \leftarrow A \rightarrow D \rightarrow B$	erfällt, theoretisch entwickelt	Die Integration kann an verschiedenen Stellen der divergenten Struktur stattfinden, jedoch nicht vor der ersten bzw. hinter den letzten Karten, dann wird mit B2b kodiert.
B3c: Integrieren von Karten innerhalb einer konvergenten Struktur	In eine bestehende konvergente Struktur wird mindestens eine zusätzliche Karte integriert. $A \rightarrow B \rightarrow D \leftarrow C$	erfällt, theoretisch entwickelt	Die Integration kann an verschiedenen Stellen der konvergenten Struktur stattfinden, jedoch nicht vor der ersten bzw. hinter den letzten Karten, dann wird mit B2c kodiert.
B3d: Integrieren von Karten innerhalb einer linearen Kette	In eine bestehende lineare Kette wird mindestens eine zusätzliche Karte integriert, die zu einer Vergrößerung der linearen Kette führt. $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C$	erfällt, theoretisch entwickelt	Die Integration kann an verschiedenen Stellen der linearen Kette stattfinden, jedoch nicht vor der ersten bzw. hinter der letzten Karte, dann wird mit B2d kodiert.
B3e: Integrieren von Karten innerhalb einer Parallelstruktur	In eine bestehende Parallelkopplung wird mindestens eine weitere Karte integriert. $A \rightarrow B \rightarrow E$ $\downarrow \quad \downarrow$ $C \rightarrow D$	G08 ab 21:57	Die Integration kann an verschiedenen Stellen der Parallelstruktur stattfinden. Wichtig ist, dass bereits eine Parallelstruktur zuvor gebildet wurde und am Ende vorhanden ist.
B3f: Integrieren von Karten innerhalb eines Kreislaufes	In einen bestehenden Kreislauf wird mindestens eine weitere Karte integriert. $A \rightarrow B \quad A \rightarrow B$ $\uparrow \downarrow \quad \uparrow \downarrow$ $D \leftarrow C \quad D \leftarrow C \leftarrow E$	erfällt, theoretisch entwickelt	Die Integration kann an verschiedenen Stellen des Kreislaufs stattfinden. Die finale Struktur ist wiederum ein Kreislauf.

Dimension	Kategorie	Beschreibung	Ankerbeispiele (Gruppe: Zeit)	Kodierregel / Hinweise
Systemstrukturierende Handlungen (B)	B4a: Umtauschen der Karten einer Zweierverknüpfung	Die Richtung einer bestehenden Zweierverknüpfung wird vertauscht. $A \rightarrow B$ wird zu $A \leftarrow B$	G08 ab 28:20	Die Struktur hat sich verändert, jedoch wurde keine Karte hinzugefügt oder entfernt.
	B4b: Umtauschen von Karten in einer divergenten Struktur	Der Platz mindestens einer Karte innerhalb einer divergenten Struktur wird verändert, sodass eine neue Struktur entsteht. Jene Struktur kann konvergent, divergent oder linear sein. $C \leftarrow A \rightarrow B$ wird zu $C \leftarrow B \rightarrow A$ $C \leftarrow A \rightarrow B$ wird zu $A \rightarrow B \leftarrow C$ $C \leftarrow A \rightarrow B$ wird zu $A \rightarrow B \rightarrow C$	<i>erfüllt, theoretisch entwickelt</i>	Die Struktur hat sich verändert, jedoch wurde keine Karte hinzugefügt oder entfernt.
	B4c: Umtauschen von Karten in einer konvergenten Struktur	Der Platz mindestens einer Karte innerhalb einer konvergenten Struktur wird verändert, sodass eine neue Struktur entsteht. Jene Struktur kann konvergent, divergent oder linear sein. $C \rightarrow A \leftarrow B$ wird zu $C \leftarrow B \rightarrow A$ $C \rightarrow A \leftarrow B$ wird zu $A \rightarrow B \leftarrow C$ $C \rightarrow A \leftarrow B$ wird zu $A \rightarrow B \rightarrow C$	<i>erfüllt, theoretisch entwickelt</i>	Die Struktur hat sich verändert, jedoch wurde keine Karte hinzugefügt oder entfernt.
	B4d: Umtauschen der Reihenfolge in einer linearen Kette	Die Reihenfolge einer bestehenden linearen Kette wird verändert. $B \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D$	G01 ab 10:53	Die Struktur hat sich verändert, jedoch wurde keine Karte hinzugefügt oder entfernt.

Systemstrukturierende Handlungen (B)	B4e: Umtauschen von Karten in einer Parallelstruktur	Der Platz mindestens einer Karte innerhalb einer Parallelstruktur wird verändert, sodass eine neue Struktur entsteht. $A \rightarrow C$ $A \rightarrow B$ \searrow \downarrow \downarrow B $D \rightarrow C$	entfällt, theoretisch entwickelt	Die Struktur hat sich verändert, jedoch wurde keine Karte hinzugefügt oder entfernt.
	B4f: Umtauschen von Karten in einem Kreislauf	Der Platz mindestens einer Karte innerhalb eines Kreislaufs wird verändert, sodass eine neue Struktur entsteht. $A \rightarrow C$ $A \rightarrow C$ \searrow \downarrow B $B \leftarrow C$	entfällt, theoretisch entwickelt	Die Struktur hat sich verändert, jedoch wurde keine Karte hinzugefügt oder entfernt. Bei einem Umtausch innerhalb einer einfachen Rückkopplung ($A \leftrightarrow B$) wird B4a genutzt.
	B5: Unklare Relation	Eine Relation von Karten wird gefunden, allerdings ist nicht klar, inwiefern die Karten aufeinander bezogen werden.	G01 ab 22:37	Eine systemstrukturierende Handlung ist sichtbar, aber eine Zuordnung zu den anderen Kategorien ist nicht sinnvoll bzw. eindeutig.
Sonstige systemorganisierende Handlung (C)	C1: Bilden von Gruppen 	Karten werden aufgrund gemeinsamer Merkmale gruppiert. Es handelt sich hierbei um die Neugründung einer Gruppe aus mindestens zwei Karten.	G09 ab 09:09	Jede Neugründung von Gruppen wird kodiert. Unter diese Kategorie fällt auch das Zerlegen von einer Gruppe in zwei Gruppen (G09: 09:45). Das Zuordnen von Karten fällt unter C2.

Dimension	Kategorie	Beschreibung	Ankerbeispiele (Gruppe: Zeit)	Kodierregel / Hinweis
Sonstige systemorganisierende Handlung (C)	C2: Zuordnen von Karten zu einer Gruppe	Einer zuvor gebildeten Gruppe wird mindestens eine weitere Karte hinzugefügt, sodass auch sie als Teil dieser Klassifikation gilt. 	G09 ab 09:20	Auch eine lineare Kette kann als Gruppe gelten, wenn eine weitere Karte hinzugelegt wird, ohne dass klar wird, welche Verknüpfung dazu besteht (G01: 16-47). Wenn eine Karte zwei verschiedenen Gruppen zugeordnet wird, so wird diese Kategorie gewählt (G09: 10:21)
	C3: Revision einer Handlung	Eine systemorganisierende Handlung eines Lernenden wird wieder revidiert.		Im direkten Anschluss an eine systemorganisierende Handlung wird diese wieder revidiert. Die Revision kann durch einen anderen Lernenden oder durch denselben Lernenden ausgeführt werden.
	C4: Sonstige Handlung	Alle Handlungen, die sich auf die Dimension Systemorganisation beziehen, jedoch unabhängig von strukturellen Verknüpfungen zwischen einzelnen Karten sowie dem Ein- oder Aussortieren von Karten sind. → <i>vielleicht sogar ganz rausnehmen?</i>	G01 ab 22:24	Zu dieser Kategorie zählen beispielsweise Handlungen zur Anordnung oder Positionierung der Concept Map auf der Arbeitsfläche.