

KOMPLEXE MENSCH-UMWELT-SYSTEME
IM GEOGRAPHIEUNTERRICHT MIT HILFE
VON ARGUMENTATIONEN ERSCHLIESSEN –
AM BEISPIEL DER
TRINKWASSERPROBLEMATIK IN
GUADALAJARA (MEXIKO)

I N A U G U R A L – D I S S E R T A T I O N

ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES DER
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ZU KÖLN

vorgelegt von

Beatrice Müller

aus
Räckelwitz

Köln, 2016

Berichterstattein: Prof. Dr. Alexandra Budke
(Gutachterin) Prof. Dr. Magdalena Michalak

Prüfungsdatum: 6. Juni 2016

Danksagung

Tenzing Norgay – wer war Tenzing Norgay?

Er war der führende Sherpa, das heißt der nepalesische Führer und Hochträger während der ersten Besteigungen des Mount Everests unter Edmund Hillary. Den Ruhm erhielt vor allem der Neuseeländer Hillary, doch hätte er ohne das Wissen und die Hilfe von Tenzing Norgay dies nie erreicht. Nun ist eine Doktorarbeit sicher nicht die Besteigung des höchsten Berges der Welt, doch gab es auch während meiner Mount Everest Besteigung Unterstützer*innen, die mir halfen diese Arbeit zu schreiben und zu beenden. Ihnen möchte ich nun hiermit danken.

Zu allererst möchte ich mich bei meiner Betreuerin Prof. Dr. Alexandra Budke bedanken, die mich noch aus dem Studium an der Universität Potsdam an das Institut für Geographiedidaktik an der Universität zu Köln holte, um mit ihr an vielen spannenden Projekten und auch meiner Dissertation zu arbeiten. Sie hat mir den Freiraum gelassen, interessante Themenbereiche zu entdecken und unterstütze mich diese weiter auszubauen. Danke für ihre Betreuung und Unterstützung während der ganzen Zeit. Als Nächstes möchte ich meiner zweiten Betreuerin Prof. Dr. Magdalena Michalak danken. Durch einen glücklichen Zufall haben wir uns während unserer Zeit in Köln kennengelernt. Sie gab mir die Möglichkeit, mein Interesse an Sprache auch beruflich wieder verfolgen zu können und spannende Projekte im Schnittpunkt von Geographie und Deutsch durchführen zu können.

Weiter möchte ich meinen (ehemaligen) Kollegen am Institut für Geographiedidaktik und an allen anderen Instituten der Universität zu Köln danken. Sie halfen mir durch inhaltliche Diskussionen und den Austausch über viele Themen, aber auch durch gemeinsame Mittags- und Kaffeepausen. Ich danke hiermit Jacqueline Jugl, Frederik von Reumont, Dr. Nils Thönnessen, Prof. Dr. Miriam Kuckuck, Dr. Jan Glatter, Dr. Andreas Hoogen, Jonathan Otto, Veit Maier, Sabrina Dietrich, Ronja Ege, Kristina Schulz, Michael Morawski und allen anderen. Neben den wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen am Institut für Geographiedidaktik möchte ich auch den Studentischen Hilfskräften danken, ohne die viele Projekte an dem Institut nicht wären. Danke besonders an Antonia Hante, die ich am Ende meiner Kölner Zeit kennen lernen durfte, Danke Raphael Boller und Simon Koeste und allen weiteren.

Auch möchte ich meinen Eltern Waltraud und Andreas Schulze und meiner Schwester Alin Schulze Danke sagen, die trotz der wachsenden räumlichen Distanz, mich in der Promotion und meinen Entscheidungen unterstützen. Sie gaben mir die Möglichkeit, alles auszuprobieren und waren zu jeder Zeit da.

Weiter waren meine Freunde Frank Schultz, Cigdem und Christoph Mielke, Kathy Rosin, Jenny Wjertzoch, Lara Schroeter, Frederik von Reumont, Simon und Till von Reumont, Miriam Unterlass, Jörg Menche Stütze und Ablenkung zu gleich. Vielen Dank Euch allen für jeden gemeinsamen Moment, jedes Gespräch, jeden Kaffee, jeden Wein und auch jedes Bier.

Der Sonnenschein in meinem Leben ist zweifellos mein Sohn Lewin. Er trat während meiner Dissertation in unser Leben und beglückt und überrascht uns nun jeden einzelnen Tag.

Um noch einmal das Bild der Mount Everest Besteigung zu bedienen, ist mein persönlicher Tenzing Norgay mein geliebter Ehemann Felix Müller. Ich weiß nicht, was ich ohne ihn wäre. Ich bin dankbar für alles, was wir gemeinsam erleben. Er ist mir Inspiration und Stütze zugleich. DANKE!

1 Zusammenfassungen

1.1 Zusammenfassung

Wasser ist ein existentielles Gut. Ohne Wasser ist Leben unmöglich. Trotzdem ist der Zugang zu sauberem Wasser nicht überall auf der Welt selbstverständlich. Neben ariden Gebieten sind auch Megacities besonders in Entwicklungs- und Schwellenländern, stark vom Mangel an sauberem Wasser betroffen, was besonders Bewohner*innen mit geringem sozioökonomischen Status gefährdet. In dieser Forschungsarbeit wird die Trinkwasserproblematik mit Hilfe des entwickelten theoretischen Konzeptes von komplexen Mensch-Umwelt-Systemen beispielhaft an der wachsenden Megacity Guadalajara in Mexiko vorgestellt und analysiert.

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Vernetzung von Mensch und Umwelt wächst die Komplexität unserer Welt stetig, was in der Geographie in der Thematik der Mensch-Umwelt-Beziehungen mündet. Diese sind auch deshalb ein wesentlicher Gegenstand der modernen Geographiedidaktik und des modernen Geographieunterrichts.

Verschiedene Wissenschaftsdisziplinen haben sich auf unterschiedliche Art und Weise mit komplexen Systemen beschäftigt (vgl. Luhmann, 1997a/b; Pagel, 1989; Gell-Mann, 1995; Mainzer, 2008; Mitchel, 2009). In der Geographie werden komplexe Systeme durch Mensch-Umwelt-Systeme realisiert. Ausgehend von der Systemtheorie durch Luhmann (1997a/b) wurde eine Vielzahl von Ansätzen weiterentwickelt und diese ermöglichen es nun, die komplexen Relationen zwischen Mensch und Umwelt in einem spezifischen Raum zu erfassen (vgl. Egner, 2006, 2008; Klüter, 2011). In der Geographiedidaktik existiert bereits der Ansatz der Systemkompetenz (vgl. Mehren et al., 2014), der ebenfalls durch die Verankerung in den Bildungsstandards (DGfG, 2014) gestützt wird. Offen bleibt, wie der Transfer von komplexen Mensch-Umwelt-Systemen in den Geographieunterricht aussehen kann. Weiter ist zu klären, wie eine Darstellung von komplexen Mensch-Umwelt-Systemen in Schüler*innentexten beschrieben und gemessen werden kann.

Ansetzend an aktueller fachdidaktischer Forschung (vgl. Budke et al., 2011; Feilke, 2013) ist davon auszugehen, dass ein komplexer Inhalt durch eine komplexe Sprachhandlung, wie beispielsweise Argumentationen, deutlich besser erfasst und dargestellt werden kann als durch weniger kom-

plexe Sprachhandlungen (vgl. Aufschnaiter, 2005; Becker-Mrotzek, 2009). Wie das konkret im Geographieunterricht in der Darstellung komplexer Mensch-Umwelt-Systeme aussehen kann, bleibt ein Desiderat.

Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen, die der Forschungsarbeit zugrunde liegen: Wie können komplexe Systeme aus einer geographischen Perspektive im Geographieunterricht dargestellt werden? Welche Rolle spielt Argumentation beim Erschließen von komplexen Systemen?

Zur Klärung dieser Fragestellungen wurde zunächst ein Modell für Mensch-Umwelt-System für die Geographie(didaktik) entwickelt, welches Konzepte und Methoden der Geographie, der Soziologie und der Physik beziehungsweise Informationstheorie vereint. Weiterführend wurde das Modell operationalisiert und auf die Trinkwasserproblematik in Guadalajara übertragen. Daraus konnte ein Kompetenzstufenmodell als Instrument zur Beschreibung und Messung der Darstellung von komplexen Systemen in Schüler*innenarbeiten ausgearbeitet werden. In der anschließenden empirische Erhebung in zwei Schulklassen der gymnasialen Oberstufe im Raum Köln wurde die daraus entwickelte Unterrichtsreihe gehalten und die Daten gewonnen, die in der folgenden Analyse verwendet werden. Die Auswertung der Schüler*innentexte aus Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit diente der Überprüfung des Instruments sowie des zugrundeliegenden Modells. Die Analyse umfasst eine Untersuchung der Kategorien des Systems und der Kompetenzstufen des Kompetenzstufenmodells, eine Untersuchung der Kernbegriffe mit ihrer Kollokation sowie die Analyse des Argumentationsanteils und der Argumentationsqualität im Bezug auf deren Darstellung von komplexen Systemen.

Es kann nachgewiesen werden, dass Schüler*innen über eine Basiskompetenz in der Beschreibung von komplexen Mensch-Umwelt-Systemen verfügen. Jedoch bestehen in den Schüler*innentexten mit zunehmender Komplexität stärkere Schwächen. Das bedeutet, dass komplexere Aspekte des Vernetzungsgrades und der raumzeitlichen Dynamik in den Schüler*innentexten wenig bis sehr wenig dargestellt werden. Dahingegen werden Elemente des komplexen Systems der Trinkwasserproblematik in Guadalajara am ausführlichsten dargestellt, was zukünftig eine Förderung der Darstellung von Vernetzungsgraden und raumzeitliche Dynamiken fordert. Die Rolle der Argumentation kann aufgrund der geringen Qualität der Argumentation in den Schüler*innentexten nur hindeutend interpretiert werden. Die Ergebnisse zeigen eine Tendenz, dass Argumentation bei der Darstellung von Aspekten des Vernetzungsgrades und der raumzeitlichen Dynamik unterstützen können. Die Analyse der Kernbegriffe und ihrer Kollokation zeigt eine wesentliche Bedeutung zur Darstellung der komplexen Aspekte.

Die Forschungsarbeit zeigt zusammenfassend, dass grundsätzlich in Schüler*innentexte komplexe Mensch-Umwelt-Systeme dargestellt wer-

den, diese jedoch wenig komplex und tief gehend analysiert werden. Eine gezielte Förderung der Argumentation mit zusätzlicher Hilfestellung auf sprachlicher Ebene kann nach den Ergebnissen dieser Forschungsarbeit die Qualität und Komplexität der Darstellung in den Schüler*innentexten erhöhen.

1.2 Abstract

Water is an essential and vital substance and life as far as we know cannot exist without it. However, in some regions on earth clean water is still hard to access. Not only, in arid regions, but also megacities in developing and emerging countries struggle with the maintenance of drinking water. This particularly concerns highly vulnerable population and people with low socio-economic background. In this work I analysed the water supply system in Guadalajara (Mexico) as an example of an emerging megacity with its complex and intertwined relationships between diverse actors including the local population and the city administration on the one hand, but also national and international industry and environmental conditions. A theoretical concept of the relationship of complex human-environment systems is developed that aims to analyse problematic access to clean water in Guadalajara.

With increasing global interconnectivity of international politics, economics and so forth comes increasing system complexity, which is the main focus in the field of complex human-environment systems in geography. Consequently, human-environment systems become a more and more important subject for geography didactics.

Complex systems are a principal matter of interest (cf. Luhmann, 1984; Pagel, 1989; Gell-Mann, 1995; Mainzer, 2008; Mitchel, 2009) across various scientific disciplines. In geography complex systems are represented as human-environment systems. Based on the theory of Luhmann (1984) diverse approaches for complex relations between human and environment have been developed for specific spaces (cf. Egner, 2006, 2008; Klüter, 2011). In geography didactics there is a concept called systemic-competence (cf. Mehren et al., 2014), which is established by the German „Bildungsstandards“ (DGfG, 2014). Nevertheless, it remains unclear, how to induce the approach of human-environment systems as a focus in geography lessons. Additionally, current geography didactics lacks the of a tools to describe and measure the quality of student texts.

On the basis of recent results (cf. 2009; Budke et al., 2011; Feilke, 2013) it can be claimed that complex systems are easier to comprehend by using also complex communication techniques such as argumentation (cf. Aufschnaiter, 2005; Becker-Mrotzek). However, the implementation

into geography lessons is still a desideratum.

This leads to the following research questions pursued in this work: What are complex systems from the geographer's point of view and how can they be considered in geography lessons? Which role does argumentation play in order to explore complex systems?

To answer these questions, I develop a comprehensive model that describes different interactions in the framework of the theory of complex systems combining concepts and methods from geography and sociology, but also physics and information theory. Furthermore, the model is operationalised and deduced to the drinking water supply in Guadalajara (Mexico). From that a model of competence levels („Kompetenzstufenmodell“) is designed as an instrument to describe and measure the complex systems in student presentations. This theory is then translated into dedicated series of lectures for high school students to introduce them into complex human-environment interactions. By applying the model of competence levels lectures held in high schools are evaluated to determine a single individual student's ability to grasp and represent complex systems. The results from this empirical phase are the basis of a subsequent analysis of the instrument and the model. For this purpose, categories and key terms from the model are determined in the texts together with their collocation and proportions. Both the quantity and the quality of argumentations related to complex systems are investigated.

It can be shown that students achieve the basic level to describe complex human-environment systems. However, with increasing complexity students have more and more problems to describe aspects of the system. This means that aspects such as degree of cross-linking and spatiotemporal dynamics, considered to be more complex to discover, are mostly missing in the presentations compared to identifying actors as the elements of the system.

Due to the relatively low argumentation level found in the students' texts, the results about the role of argumentation only weakly indicate that there is a potential for a better presentation of more complex aspects by advancing the level of argumentation abilities. In addition, specifying key terms together with their appropriate collocation seems to be of substantial importance for presenting and understanding complex aspects.

To summarise, in principal students are able to describe complex human-environment systems, however, rarely in a complex way. So the quality and complexity of student presentations of human-environment systems can be increased by a particular support of specific argumentation patterns and language abilities.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassungen	5
1.1	Zusammenfassung	5
1.2	Abstract	7
2	Einleitung	11
3	Komplexe Systeme	22
3.1	Was ist komplex?	22
3.2	Erläuterung <i>Komplexer Systeme</i>	31
3.3	Relevanz <i>Komplexer Systeme</i> für die geographiedidaktische Forschung und den Geographieunterricht	34
3.4	<i>Komplexe Systeme</i> im Geographieunterricht: Ein Kompetenzstufenmodell	45
4	Argumentationen	52
4.1	Argumente, Argumentation, Argumentationskompetenz - eine didaktische Perspektive	52
4.2	Klassifizierung von Argumenten und Argumentationen	57
4.3	Gütekriterien einer Argumentation	64
4.4	Kompetenzstufenmodell zur Argumentationskompetenz & geographisches Argument	65
4.5	Komplexe Systeme und Argumentationen	66
5	Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara	69
5.1	Wasserproblematik als globales Problem	70
5.2	Trinkwasserproblematik in Guadalajara	71
5.3	Die Trinkwasserproblematik als komplexes Mensch-Umwelt- System	82
6	Forschungsvorgehen	89
6.1	Einordnung des Forschungsvorgehens	89
6.2	Erläuterung des Forschungsvorgehens	90
6.2.1	Erläuterung der empirischen Erhebung	90
6.2.2	Erläuterung der Datenauswertung	96
6.3	Methodische Reflexion	105
7	Empirische Ergebnisse	109
7.1	Gesamtbetrachtung des <i>Komplexen Systems</i> der Trinkwasser- problematik in Guadalajara	109

7.2	Inhaltliche Betrachtung des <i>Komplexen Systems</i> der Trinkwasserproblematik in Guadalajara	112
7.2.1	Elemente	112
7.2.2	Vernetzungsgrad	123
7.2.3	Raumzeitliche Dynamik	128
7.3	Einordnung in das Kompetenzstufenmodell zur <i>Darstellung Komplexer Systeme</i>	131
7.4	Sprachliche Darstellung des <i>Komplexen Systems</i> der Trinkwasserproblematik in Guadalajara	137
7.5	Argumentative Darstellung des <i>Komplexen Systems</i> der Trinkwasserproblematik in Guadalajara	147
7.6	Zusammenfassung der Ergebnisse zur Darstellung des <i>Komplexen Systems</i> der Trinkwasserproblematik in Guadalajara	152
8	Zentrale Ergebnisse & Diskussion	156
8.1	<i>Komplexe Systeme</i> in der Geographie	157
8.2	Inhaltliche Darstellung <i>Komplexer Systeme</i>	159
8.3	Diskussion des Kompetenzstufenmodells <i>Darstellung Komplexer Systeme</i>	162
8.4	Sprachliche und argumentative Darstellung <i>Komplexer Systeme</i>	163
8.5	Implikationen für den Geographieunterricht	167
9	Offene Fragen & weiterer Forschungsbedarf	170
10	Literaturverzeichnis	173
	Abbildungsverzeichnis	193
11	Anhang	200
11.1	Anfangstest	200
11.2	Arbeitsblätter der Erarbeitungsphase	203
11.3	Arbeitsblätter der Gruppenphase	220
11.4	Abschlusstest	232
11.5	Evaluationsbogen	236
11.6	Gedichtübersetzung	241

2 Einleitung

Die Erkenntnis beginnt nicht mit Wahrnehmungen oder Beobachtungen oder der Sammlung von Daten oder von Tatsachen, sondern sie beginnt mit Problemen. [...] Denn jedes Problem entsteht durch die Entdeckung, dass etwas in unserem vermeintlichen Wissen nicht in Ordnung ist.

Karl Popper

Der Zugang zu Wasser; die Qualität des Wassers; die Verteilung des Wassers; das sind existentielle und urgeographische Themen. Wasserproblematik findet sich in den verschiedensten Regionen und unter verschiedensten Bedingungen. Der Zugang zur Ressource Wasser ist häufig eine Ursache für Konflikte zwischen Staaten, wie zwischen den Anrainern des Jordans, des Euphrats oder Tigris', die zum Beispiel um das Recht der Nutzung und der Qualität der grenzübergreifenden Flüsse konkurrieren. So kontrollieren beispielsweise die Dschihadisten im Irak und Syrien wichtige Staudämme und nutzen den Zugang zu Wasser als Waffe (vgl. Böhme, 2016; v. Lossow, 2016).

Thema &
eine wissenschaftliche
Beispielsammlung

In Rio de Janeiro und São Paulo bildet die seit Jahren anhaltende Dürre den Nährboden für zahlreiche Konflikte. Es wird tageweise das Wasser in den Städten abgestellt, um durch Wassersparen ein Minimum an Wasserversorgung zu gewährleisten. Die umliegenden Wasserquellen zur Versorgung von circa 77 Millionen Menschen sind fast erschöpft und Alternativen für die Millionenmetropolen existieren bisher nur unzureichend. Dieses Beispiel zeigt, dass große Städte beziehungsweise Agglomerationsräume besonders gefährdet sind. Besonders schnell wachsende Städte, potenzielle Megacities, müssen sich der Problematik einer Trinkwasserverteilung für alle Bewohner*innen stellen.

Neben des knappen Wasserhaushaltes in ariden Gebieten, wie beispielsweise in Libyen oder Peru, ist aufgrund zunehmender Verschmutzung auch in ursprünglich wasserreichen Gegenden beispielsweise in Westbengalen die ausreichende Wasserversorgung der Bevölkerung ein Problem. Wasser bietet, obwohl Konflikte um es kein modernes Problem sind, weiterhin aktuellen Anlass zu politischen und wissenschaftlichen Diskussionen. Besonders vor dem Hintergrund der zunehmenden Weltbevölkerung werden seit Jahren Kriege um das sogenannte „Blaue Gold“ prognostiziert und auch geführt. Aufgrund der räumlichen Dimension zur Nutzbar-

machung von Wasserressourcen aus bisher unerschlossenen beziehungsweise ungenutzten Räumen ist der Zugang zu Wasser Untersuchungsgegenstand von Geograph*innen der ganzen Welt. Aus diesem Grund kann Wasser als ein Grundlagenthema der Geographie betrachtet werden und ist folglich ein wesentliches Untersuchungsobjekt.

Vor dem Hintergrund der zunehmenden globalen Vernetzung von Kommunikation, Handel, Wirtschaftssystemen und gesellschaftlichen Systemen untersuchen und erklären verschiedene Wissenschaften Phänomene dieser Entwicklung. So ist eine wachsende sowie hierarchisierende Vernetzung innerhalb der Systeme Thema in verschiedenen Wissenschaften. In diesem Zusammenhang werden Begriffe wie *komplex* oder *System* genannt. Doch wie wird dieses Spannungsfeld von der Geographie erforscht und beantwortet und welche Rolle haben *Mensch* oder *Gesellschaft*?

Mensch-
Umwelt-
Systeme

Die Beziehungen spielen, wie Heike Egner (2008: 21) beschreibt, auf einer Bühne mit mindestens doppeltem Boden, wobei nicht immer klar sei, auf welcher Bühne gespielt wird. So wird *Umwelt* häufig synonym zu *Natur* verwendet, wobei die dichotomisierte Perspektive von *Natur* und *Kultur*, obwohl veraltet, immer noch gern im abendländisch geprägten Denken rezitiert wird. In der Geographie kann die Unterscheidung zwischen Humangeographie und Physischer Geographie als Verkörperung dieser Dichotomie verstanden werden. Diese Unterscheidung ist besonders im Anthropozän, das durch den Nobelpreisträger Paul Crutzen gemeinsam mit Eugene F. Stoermer seit Anfang 2002 ausgerufen wurde, wenig zeitgemäß und wird durch die dritte Säule in der Geographie der *Gesellschaft-Umwelt-Forschung* (Weichhart, 2007) aufgelöst. Daraus ergeben sich zunächst Vereinfachungen, da die Dinge nicht mehr segregiert betrachtet werden müssen. Allerdings ist diese Vereinheitlichung angewiesen auf eine systemische Betrachtungsweise, die Vernetzungsgrade und damit Komplexität berücksichtigen. Die Synthese der Forschungsfelder führt zum wissenschaftlichen Ansatz der **Mensch-Umwelt-Systeme** (vgl. Abbildung 2.1).

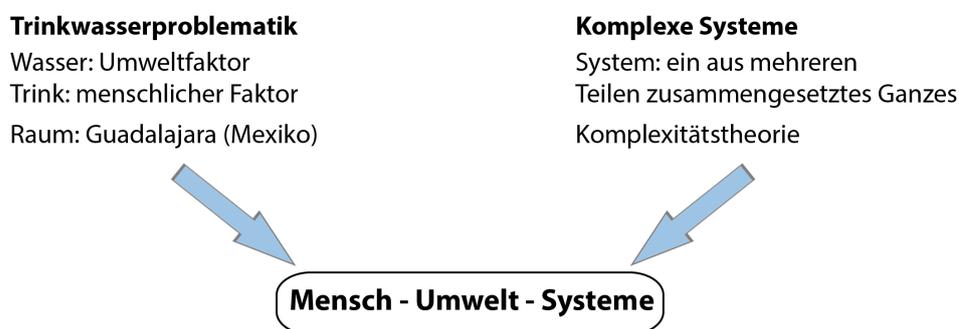


Abbildung 2.1: Übersicht der Themeninhalte der Forschungsarbeit, Quelle: eigene Darstellung

Trinkwasserproblematik wird durch eine Vielzahl unterschiedlicher Akteure und Faktoren beeinflusst, die wiederum spezifisch zueinander sind. Aus diesem Grund kann der Untersuchungsansatz der *Komplexes Mensch-Umwelt-System*, wie er in dieser Forschungsarbeit vorgestellt wird, zu einer detaillierten Untersuchung führen.

In der Arbeit wird dieser Ansatz zuerst durch den Begriff „*Trinkwasserproblematik*“ im Titel realisiert. Der Begriff setzt sich aus den drei Komponenten „*Trink-*“, „*-wasser-*“ und „*-problematik*“ zusammen, die bereits im Einzelnen die verschiedenen Aspekte des *Mensch-Umwelt-Systems* widerspiegeln.

Die Komponente „*Trink-*“ verdeutlicht die menschliche Perspektive, hier im Sinne der Nutzbarmachung der natürlichen Ressourcen, wohingegen der Begriff „*-wasser-*“ den physisch-geographischen Faktor, das heißt, den Bereich der *Umwelt* symbolisiert. Am Ende des Kompositums verdeutlicht „*-problematik*“ die systemische Perspektive, die durch das komplexe Zusammenspiel verschiedener Einflussgrößen entsteht. Zur Untersuchung der *Trinkwasserproblematik* erscheint der wissenschaftliche Ansatz des *Mensch-Umwelt-Systems* als besonders geeignet.

Aufgrund der großen Bedeutung und der immerwährenden Aktualität ist das Thema Trinkwasserproblematik für den Geographieunterricht und damit für die Geographiedidaktik prädestiniert. Der Ansatz der *Mensch-Umwelt-Systeme* findet bereits Einzug (vgl. DGfG, 2014: 10) in den Geographieunterricht. Es stellt sich nun die Frage, wie der Transfer dieser Thematik unter der Perspektive dieses theoretischen Rahmens im Geographieunterricht aussehen kann. Das heißt konkret, dass die Fragen geklärt werden müssen: Wie können *Komplexe Mensch-Umwelt-Systeme* in der Geographiedidaktik und im Geographieunterricht in Wert gesetzt werden? Wie können Mensch-Umwelt-Systeme erschlossen werden?

Mit dem Paradigmenwechsel in den Didaktiken hin zur Kompetenzorientierung zu Beginn des 21. Jahrhunderts (vgl. Klieme, 2004: 13) erhält auch die *Kommunikation* als gesonderter Kompetenzbereich in den *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss* (DGfG, 2014: 21) eine besondere Rolle. Neben der Rezeption von geographischen Sachverhalten sind die Schüler*innen ebenfalls angehalten „[...] *sich über geographische/geowissenschaftliche Sachverhalte auszutauschen, auseinanderzusetzen und zu einer begründeten Meinung zu kommen*“ (DGfG, 2014: 22), was u.a. durch Argumentation geschehen kann.

Daher stellt sich die Forschungsfrage: Inwiefern durch Argumentationen Schüler*innen angehalten werden „[...] *sich über geographische/geowissenschaftliche Sachverhalte auszutauschen, auseinanderzusetzen und zu einer begründeten Meinung zu kommen*“ (DGfG, 2014: 22). Argumen-

Die Rolle der
Argumenta-
tion

Wie werden Komplexe Systeme in Schüler*innentexten dargestellt?



Abbildung 2.2: Übersicht der Themeninhalte: Kompetenzstufenmodell und Argumentation, Quelle: eigene Darstellung

tationen sollen die Möglichkeit bieten, den drei Aspekten des *Austauschs*, der *Auseinandersetzung* und der *begründeten Meinungsbildung* gerecht zu werden (vgl. Kienpointer, 1983, Toulmin, 1996, Kopperschmidt, 2000, Budke, 2012a/b, Budke & Uhlenwinkel, 2013). Aufgrund dieses Potenzials eignet sich für die Untersuchung von *komplexen* Themen, wie *Mensch-Umwelt-Systeme Kommunikation* im speziellen *Argumentation* besonders. Es ergeben sich verschiedene Themenfelder, die in der Forschungsarbeit aufgegriffen werden. Wie diese Themenfelder sich zueinander verhalten zeigt Abbildung 2.3.

Diese vorliegende Arbeit bringt zum einen verschiedene Ansätze zur Erforschung von *Komplexen Systemen* aus den Naturwissenschaften und Gesellschaftswissenschaften zusammen und möchte eine geographiespezifische Synthese mit dem Fokus auf *komplexe Mensch-Umwelt-Beziehungen* vor dem Hintergrund einer didaktischen Bildung für den Geographieunterricht fördern. Aufgrund der beschriebenen Phänomene in der geographischen und didaktischen Forschungslandschaft untersucht sie zum anderen beispielhaft an der Trinkwasserproblematik in Guadalajara (Mexiko) ein *komplexes Mensch-Umwelt-System* mit Hilfe der Forschungsperspektive von *Komplexen Systemen*. Dabei werden Ergebnisse aus der geographiedidaktischen Forschung zu *Argumentationen* im Geographieunterricht berücksichtigt. Es wird die Thematik der Trinkwasserproblematik mit Hilfe einer Theoriebildung zu *Komplexen Systemen* in der Geographie vor dem Hintergrund der Synthese Mensch-Umwelt zusammengeführt. Daraufhin wird untersucht, wie die Trinkwasserproblematik in Guadalajara als Beispiel von *Komplexen Systemen* in Schüler*innentexten eines Geographieunterrichts realisiert wird.

Zielsetzung

Dabei wird neben der inhaltlichen Darstellung eine sprachliche sowie konkret argumentative Betrachtung fokussiert (vgl. Abbildung 2.3).

Die zentrale Forschungsfrage lautet: Wie können *Komplexe*

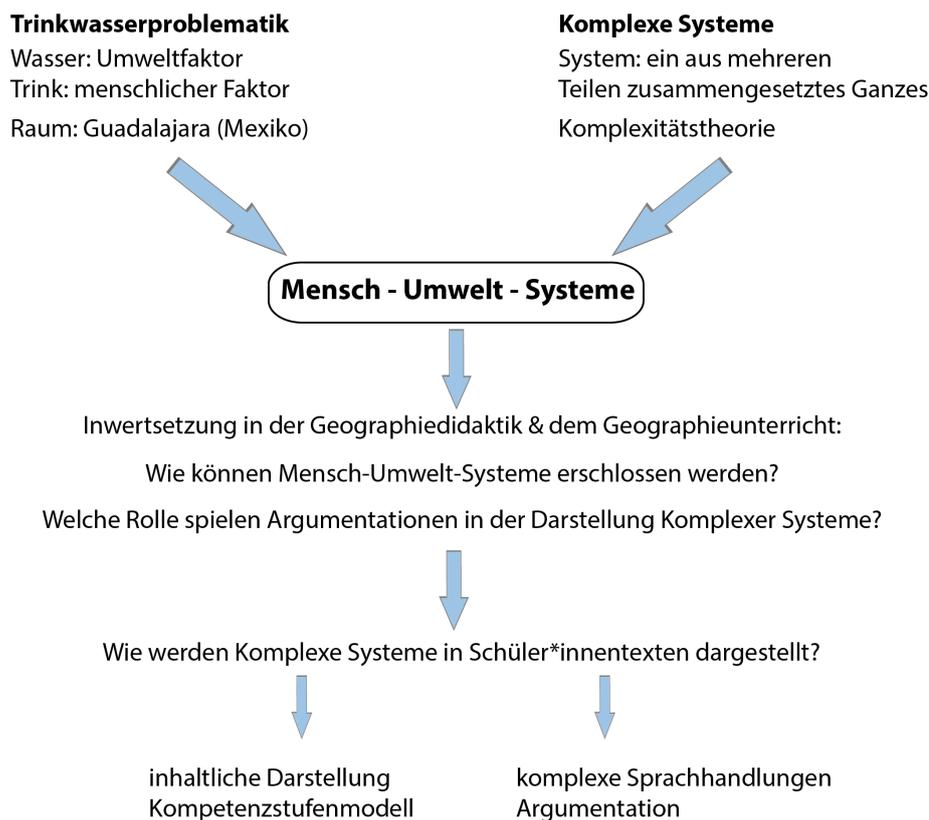


Abbildung 2.3: Übersicht der Themeninhalte der Forschungsarbeit, Quelle: eigene Darstellung

Systeme aus einer geographischen Perspektive im Geographieunterricht dargestellt werden?

Zur Klärung dieser Frage und der detaillierten Untersuchung von *Komplexen Systemen* in Schüler*innentexten aus dem Geographieunterricht wurde ein Kompetenzstufenmodell zur *Darstellung Komplexer Systeme* (*KSM*) (vgl. Abbildung 3.10) als Instrument zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen* entwickelt (vgl. Abbildung 2.4). Dieses ist zum einen der Kern der vorliegenden Forschungsarbeit und zum anderen bildet es das Gelenkstück zwischen den theoretischen Kapiteln 3, 4, 5 und den empirischen Kapiteln 6, 7 und 8. Abbildung 2.4 zeigt die Entwicklung des Instruments zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen* im Geographieunterricht und damit ebenfalls den Aufbau der vorliegenden Forschungsarbeit. Die blau markierten Kästen 1 bis 3 zeigen den theoretischen Beitrag der Forschungsarbeit von der Entwicklung eines allgemeinen Modells zu *Komplexen Systemen* (*MKS*) (vgl. Abbildung 3.7) in der Geographie über eine Operationalisierung des *MKSs* zur Entwicklung des Instruments, welches durch das Raumbeispiel Guadalajaras und eine Einordnung in die Sprachhandlung Argumentation gestützt wird. Grau unterlegte Kästen (4 bis 6) visualisieren den em-

pirischen Bestandteil der Forschungsarbeit; über die Vorbereitung und Vorgehensweise während der empirischen Erhebung bis zur Auswertung der gewonnenen Daten und die zentralen Forschungsfragen innerhalb dieses Kapitels. Innerhalb des Forschungsprozesses gab es verschiedene Prüfungsphasen des *KSMs* und der eigenen Methode, welche gekennzeichnet sind und im Kapitel 6 erläutert werden. Eine abschließende Prüfung sowie Diskussion des *KSMs* findet sich am Schluss der Arbeit (8). Im Folgenden wird das methodische Vorgehen in dieser Arbeit detailliert erläutert und die entsprechenden Forschungsthesen sowie -fragen werden vorgestellt. Zur Orientierung im Verlauf dient die Abbildung 2.4, wobei die kleinen Zahlen in den Kästchen die Kapitelnummern angeben.

Das zweite Kapitel beginnt mit einer Hinführung und Erläuterung der Begriffe *Komplexität* sowie *Komplexe Systeme*. Mit Hilfe einer Zusammenstellung verschiedener wissenschaftlicher Ansätze (vgl. Pagel, 1989; Luhmann, 1997a/b; Gell-Mann, 1995; Mainzer, 2008; Egner, 2006, 2008; Bishop, 2011; Klüter, 2011; Freund & Schweitzer, 2013) und der Darstellung von unterschiedlichen Beispielen zu *Komplexität* und *Komplexen Systemen* wird eine Definition herausgearbeitet. Diese bildet zum einen Grundlage für die theoretische Betrachtung der Forschungsarbeit und ist zum anderen Ausgangspunkt für die Implementierung von *Komplexen Systemen* in die Geographiedidaktik und in den Geographieunterricht. Diese Zusammenstellung soll eine Übersicht verschiedener wissenschaftlicher Ansätze zu *Komplexität* und *Komplexen Systemen* ermöglichen und zeigt zugleich die Einordnung der Geographie in der Betrachtung von *Komplexen Systemen*. In der Geographie existieren meist auf der Grundlage der Systemtheorie nach Luhmann (1997a/b) Ansätze, die *komplexe Mensch-Umwelt-Interaktionen* beschreiben und versuchen übergeordnete Prinzipien darzustellen (vgl. Klüter, 2011; Egner, 2006, 2008). In der Geographiedidaktik gibt es darüber hinaus erste Ansätze *Komplexe Mensch-Umwelt-Systeme* (vgl. DGfG, 2014: 10) in den Unterricht zu verankern (vgl. Mehren et al. 2014; Rempfler & Uphues, 2010). Diese Ansätze zeigen in den ersten empirischen Untersuchungen, Probleme der Darstellung von *Komplexen Mensch-Umwelt-Systemen*, die genauer ausdifferenziert werden müssen. Aus diesem Grund versucht die vorliegende Forschungsarbeit nach einer detaillierten Analyse von *Komplexen Systemen* und dem Transfer in die Geographie und Geographiedidaktik ein Messinstrument zur genauen Analyse von *Komplexen Mensch-Umwelt-Systemen* in Schüler*innentexten zu entwickeln.

In diesem Zusammenhang wird ein Modell (*MKS*) (vgl. 1a in Abbildung 2.4; Kapitel 3.3) und eine Operationalisierung des *MKSs* für die Geographie (vgl. 1b in Abbildung 2.4; Kapitel 3.3) entwickelt und vorgestellt, um auf ein entsprechendes Desiderat zu reagieren.

Kapitel:
Komplexität

**Entwicklung & Prüfung des Instruments zur Beschreibung und Messung von
Komplexen Systemen im Geographieunterricht**

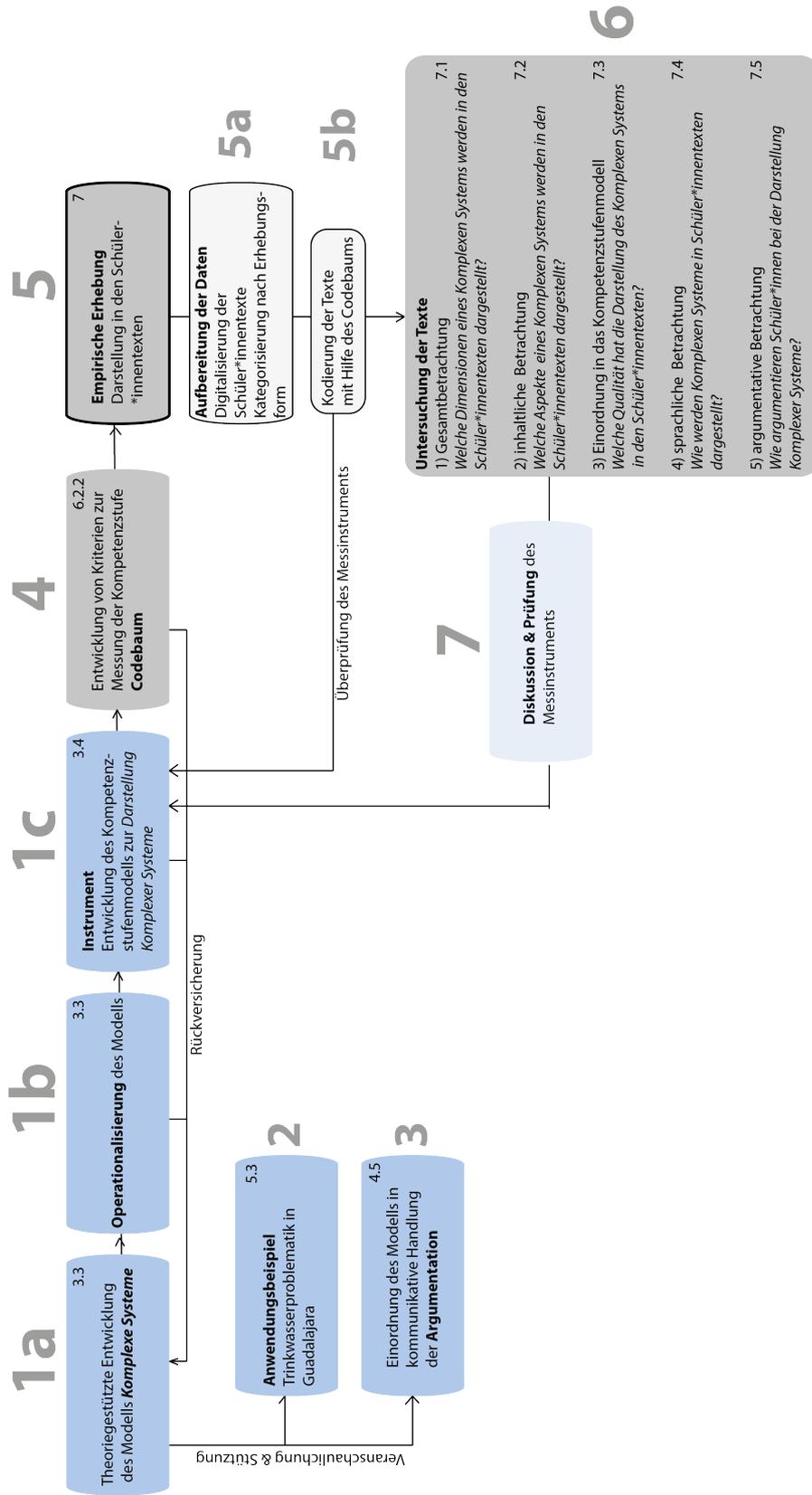


Abbildung 2.4: Visualisierung des gesamten Forschungsvorgehens (Kapitelnummern in den Kästen), Quelle: eigene Darstellung

Das Kapitel mündet in der Präsentation des Kompetenzstufenmodells *Darstellung Komplexer Systeme* (KSM)(Abbildung 3.10) (vgl. 1b in Abbildung 2.4; Kapitel 3.4) als Instrument zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen* im Geographieunterricht. Die zentrale Forschungsfrage dieses Kapitels lautet:

Inwiefern können wissenschaftliche Ansätze zu *Komplexität* und *Komplexen Systemen* für die Geographie, die Geographiedidaktik und den Geographieunterricht nutzbar gemacht werden?

1. Was ist *Komplexität* und was sind *Komplexe Systeme*?
2. Welche Aspekte von *Komplexität* und *Komplexen Systemen* sind für die Geographie, die Geographiedidaktik und den Geographieunterricht wichtig?
3. Was ist der Gewinn dieser Forschungsperspektive für die Geographie, die Geographiedidaktik und den Geographieunterricht?

Für den empirischen Teil der Forschungsarbeit ergeben sich daraus folgende Fragen, die das weitere Vorgehen in der Arbeit bestimmen: Wie können die Aspekte von *Komplexität* und *Komplexen Systemen* in den Schüler*innentexten beschrieben und gemessen werden? Wie sind die empirischen Befunde zu interpretieren?

Das dritte Kapitel widmet sich der Rolle der *Argumentation* in der Betrachtung von *Komplexen Systemen* im Geographieunterricht. Argumentationen sind eine wesentliche Voraussetzung für Partizipation in einer Gesellschaft (vgl. Budke et al., 2015) und sind deshalb wesentlicher Bestandteil des Geographieunterrichts (vgl. DGfG, 2014: 22). Trotzdem zeigen Studien, dass es Schüler*innen nicht gelingt, vollständige und ausreichend begründete Argumentationen zu formulieren (vgl. Budke et al., 2010). In der Geographiedidaktik existieren nur unzureichend theoretische Konzepte zu Argumentationen, weshalb sich in der Regel auf Theorien und empirische Befunde anderer Wissenschaftsdisziplinen gestützt wird. So bildet u.a. das toulminsche Argumentationsmodell (2003) die Grundlage zur Analyse für Argumentationen im Geographieunterricht (Budke et al. 2010, Budke, 2012a/b, Kuckuck, 2014). Argumentationen werden verschiedene Potenziale, wie das Auslösen von diskursiven Meinungsbildung und -äußerung (vgl. Karg, 2007; Feilke, 2008), von Lernprozessen (vgl. Becker-Mrotzek, 2009) sowie das Verknüpfen von Informationen (vgl. Aufschnaiter, 2008) zugesprochen. Aus diesem Grund wird in der Forschungsarbeit die Rolle der Argumentationen in der Darstellung *Komplexer Systeme* untersucht.

Nach einer begrifflichen Einordnung von Argumentation werden aktuelle Ergebnisse der Argumentationsforschung vorgestellt. Anschließend

Kapitel: Argumentation

wird Argumentation in Form der *Klassifizierung von Argumenten und Argumentationen* vertiefend erläutert. Dazu dienen des Weiteren Gütekriterien einer gelungenen Argumentation, die nach Kriterien der aktuellen Argumentationsforschung zusammengestellt wurden.

Die Messung von Argumentationen im Geographieunterricht wird anhand des empirisch überprüften Kompetenzstufenmodells für Argumentation nach Budke et al. (2010) konkretisiert. Das Kapitel schließt mit der Zusammenführung von Argumentation und *Komplexen Systemen*, was eine neue Aufbereitung für den Geographieunterricht darstellt. Diese Zusammenführung veranschaulicht und unterstützt das theoretische MKS 4.6 (vgl. 1b in Abbildung 2.4; Kapitel 4.5). Die zentrale Forschungsfrage dieses Kapitels lautet:

Inwiefern können Argumentationen zur Erfassung eines *Komplexen Systems* in Schüler*innentexten dienen?

1. Was ist eine gelungene Argumentation im geographischen Kontext?
2. Welche Potenziale ergeben sich mit Hilfe von Argumentationen für die Darstellung *Komplexer Systeme* im Geographieunterricht?
3. Wie kann die Qualität von Argumentationen gemessen werden?

Das vierte Kapitel stellt den Beispielraum Guadalajara in Mexiko zur Betrachtung der Trinkwasserproblematik als *Komplexes System* vor. Mexiko bildet mit seiner Lage in Mittelamerika das Tor zwischen den Vereinigten Staaten von Amerika und den Ländern Südamerikas. Wirtschaftlich und gesellschaftlich ist Mexiko von Einflüssen der USA und Südamerika sowie der vorkolonialen Geschichte geprägt. Mexiko ist aufgrund seiner Schlüsselfunktion auf dem amerikanischen Kontinent und der Beispielhaftigkeit in wirtschaftlicher, politischer und gesellschaftlicher Entwicklung ein geeigneter Untersuchungsraum. Guadalajara ist die zweitgrößte Stadt Mexikos und vereint die verschiedenen Aspekte einer stark an die USA gebundenen Wirtschaft und damit einer der wichtigsten Wirtschaftsstandorte Mexikos sowie einer stetig wachsenden Bevölkerungszahl mit zunehmenden Flächenwachstum der Stadt. Diese Aspekte führen zu starken gesellschaftlichen und ökologischen Problemen, die beispielhaft für viele andere werdende Megacities weltweit sind. Aus diesem Grund eignet sich Guadalajara besonders zur Untersuchung der Trinkwasserproblematik unter der Berücksichtigung der Mensch-Umwelt-Perspektive.

Zunächst wird die Trinkwasserproblematik als globales Problem erläutert, woraufhin der Raum Guadalajara vorgestellt wird. Der Naturraum wird beschrieben und anschließend als Wirtschaftsraum im Mexiko eingeordnet. Außerdem wird die Bevölkerungs- und Wohnstruktur der Stadt erläutert. Diese Ausführungen münden in der Beschreibung der Wasserversorgungssituation mit ihren verschiedenen Problemen. Abschließend

Kapitel:
Guadalajara

wird die Trinkwasserproblematik als *Komplexes System* unter Berücksichtigung des *MKSs* (vgl. Abbildung 3.7) erläutert. Durch diesen Transfer wird das theoretische *MKS* zum einen veranschaulicht und zum anderen gestützt (vgl. Abbildung 2.4). Die zentrale Forschungsfrage dieses Kapitels lautet:

Inwieweit kann die Trinkwasserproblematik Guadalajaras exemplarisch als ein komplexes Mensch-Umwelt-System betrachtet werden?

1. Welche Aspekte sprechen für eine Betrachtung der Trinkwasserproblematik als komplexes Mensch-Umwelt-System?
2. Wie kann die Trinkwasserproblematik in Guadalajara durch das *MKS* erfasst werden?

Das Kapitel *Erläuterung des Forschungsvorgehens* (Kapitel 6) beschreibt die Methodik während der empirischen Phase der Forschungsarbeit. Zunächst wird die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der empirischen Erhebung beschrieben. Anschließend wird die methodische Auswertung der gewonnenen Daten dargestellt. Die Analyse der gewonnenen Daten erfolgt nach einer Gesamtbetrachtung, inhaltlich, sprachlich und argumentativ, welche in diesem Kapitel ausführlich erläutert werden. Außerdem wird beschrieben, wie anhand der Schüler*innentexte das *KSM* (Abbildung 3.10) als Messinstrument zur Erfassung *Komplexer Systeme* genutzt werden kann. Weiter wird erläutert, wie das Kompetenzstufenmodell Argumentation nach Budke et al. (2010) zur Überprüfung der Argumentationsqualität genutzt wurde. Abschließend werden in diesem Kapitel methodische Probleme vorgestellt und kritisch reflektiert. Die zentrale Forschungsfrage des Kapitels 6 lautet:

Kapitel: Methodik

Inwieweit kann die Darstellung *Komplexer Systeme* in Schüler*innentexten untersucht werden?

1. Wie muss eine empirische Erhebung zur Untersuchung von *Komplexen Systemen* in Schüler*innentexten aussehen?
2. Wie können Schüler*innentexte ausgewertet werden, um die Darstellung *Komplexer Systeme* zu erfassen?
3. Welche Herausforderungen ergeben sich bei der Erhebung und Auswertung?

Das Kapitel *Empirische Ergebnisse zur Erfassung Komplexer Systeme im Geographieunterricht* (Kapitel 7) bildet das Korpus des empirischen Beitrages dieser Forschungsarbeit. Nach der ersten Gesamtbetrachtung (Kapitel 7.1) der Schüler*innentexte im Bezug zur Darstellung *Komplexer Systeme* erfolgt eine ausführliche inhaltliche Betrachtung (Kapitel 7.2)

Kapitel: Ergebnisse der empirischen Erhebung

gegliedert in die Aspekte des *MKSs* (vgl. Abbildung 3.7). Anschließend werden die Schüler*innentexte in das *KSM* kategorisiert (Kapitel 7.3). So wird zum einen die Qualität der Schüler*innentexte überprüft. Zum anderen wird untersucht, in welchem Maße das *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen* geeignet ist (vgl. Abbildung 2.4). Weiter werden die Schüler*innentexte sprachlich (Kapitel 7.4) bzw. konkret argumentativ (Kapitel 7.5) in Bezug auf die Darstellung *Komplexer Systeme* untersucht.

Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse (Kapitel 7.6). Der empirische Beitrag der Forschungsarbeit vereint drei wesentliche didaktische Felder. Erstens die Darstellung *Komplexer Systeme*, zweitens die Prüfung des Instruments zur *Darstellung Komplexer Systeme* und drittens die Verwendung von Argumentation zur Darstellung *Komplexer Systeme*. Daraus resultieren die zentralen Fragestellungen:

- **Inwieweit werden *Komplexe Systeme* in Schüler*innentexten dargestellt?**
- **In welchem Maße eignet sich das Instrument (Abbildung 3.10) zur Messung der Kompetenz in der Darstellung *Komplexer Systeme*?**
- **Wie werden *Komplexe Systeme* in Schüler*innentexten dargestellt?**

Es ergeben sich daraus detaillierte Forschungsfragen für jeden Abschnitt, die in den Kapitel vorgestellt werden.

Das Kapitel *Zentrale Ergebnisse und Diskussion* (Kapitel 8) fasst zu Beginn die zentralen Ergebnisse der vorherigen Kapitel zusammen und stellt diese dann in eine wissenschaftliche Diskussion. Anhand der Leitfrage, wie können *Komplexe Systeme* aus einer geographischen Perspektive im Geographieunterricht dargestellt werden, werden die Ergebnisse der empirischen Erhebung sowie das *KSM* als Beschreibungs- und Messinstrument diskutiert. Darüber hinaus werden die Ergebnisse aus der sprachlichen und argumentativen Darstellung *Komplexer Systeme* ebenfalls besprochen. Zum Ende werden Implikationen für den Geographieunterricht, die sich aus der Forschungsarbeit ergeben vorgestellt. Die Arbeit schließt mit der Thematisierung offener Fragen und erläutert weiteren Forschungsbedarf.

Kapitel: Diskussion

3 Komplexe Systeme

Ideas thus made up of several simple ones put together, I call Complex; such as are Beauty, Gratitude, a Man, an Army, the Universe.

John Locke, An Essay Concerning Human Understanding

Das folgende Kapitel bildet das theoretische Herzstück der Arbeit. Es beinhaltet die Definition von *Komplexität* und *Komplexen Systemen* und implementiert diese Ansätze nach einer Darstellung verschiedener wissenschaftlicher Perspektiven mit Hilfe des Modells *Komplexe Systeme (MKS)* und eines Kompetenzstufenmodells zur *Darstellung Komplexer Systeme (KSM)* in den Geographieunterricht.

3.1 Was ist komplex?

„EU in der Krise – Maschine Europa fährt auf Überlast

*Immer mehr Entscheidungen werden in immer kürzerer Zeit von immer weniger Mitspielern der demokratischen Maschine Europa gefällt. Weil das Problem so unglaublich **komplex** ist, zieht jede Entscheidung zwei neue nach sich, die unter noch weniger vorteilhaften Bedingungen in noch kürzerer Zeit gefällt werden müssen.“*

Hinführung

02.07.2012, <http://www.sueddeutsche.de/politik/gedanken-zur-krise-maschine-europa-faehrt-auf-ueberlast-1.1398761> (zuletzt eingesehen 22.03.16, 11.08 Uhr)

„Die KP bloggt zurück

*Das Netz hat des Verhältnis von Regierung und Volk von Grund auf gewandelt. Noch immer überwacht der Große Bruder das Volk? doch nun schaut das Volk kritisch zurück. Die chinesische Öffentlichkeit ist **komplexer** und spannender geworden, unzählige Akteure kämpfen um Interessen und Meinungshoheit.“*

03.08.2012, <http://www.zeit.de/2012/31/China-Internet/seite-3> (zuletzt eingesehen 22.03.16, 11.10 Uhr)

„*Dramatische Eisschmelzen in Grönland könnten normal sein*
Dieser Prozess könnte sich verzögern, sagt nun Kjær, denn Grönlands
Eisschild sei offenbar robuster als gedacht. Wie **komplex** die geologischen
Prozesse auf der Insel sind, belegen auch kürzlich veröffentlichte Daten
der US-Weltraumbehörde Nasa.“

03.08.2012, <http://www.zeit.de/wissen/umwelt/2012-08/groenland-eisschild-schmelze> (zuletzt eingesehen 22.03.16, 11.12 Uhr)

Die Beispiele zeigen, dass der Begriff *komplex* auch in medialer Sprache genutzt wird. Inhaltlich zeigen diese Ausschnitte aus Zeitungsartikeln, dass etwas als *komplex* bezeichnet wird, wenn es besonders schwierig, zeitaufwendig beziehungsweise nicht sofort lösbar erscheint oder unverständlich ist. Obwohl sich die alltagssprachliche Bedeutung von der wissenschaftlichen unterscheidet, zeigt sich, dass *komplex* vor allem für schwer überschaubare und vernetzte Situationen und Prozesse verwendet wird.

Im Weiteren wird zunächst eine etymologischen Herleitung des Begriffs *komplex* vorgestellt. Mit Hilfe von verschiedene Definitionen aus der Naturwissenschaft und Sozialwissenschaft werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Definitionen von *komplex* zusammengestellt und in eine übergreifende wissenschaftliche Auseinandersetzung über *Komplexität* geführt. In diesem Zusammenhang werden wesentliche Begriffe erläutert und die Eigenschaften von *Komplexität* wissenschaftlich diskutiert. Die begriffliche Herleitung stützt sich auf den Gegenstand *Komplexe Systeme* und das Adjektiv *komplex*. Das Kapitel schließt mit der Klärung der Frage: *Was ist komplex?*

Jakob und Wilhelm Grimm führen in ihrem Deutschen Wörterbuch aus: „*komplexion, complexion, f. , gewöhnlich gekürzt complex (auch f.), eig. complexie, dann complexe, welche formen Dief. 137c aus dem 15. jh. gibt, mhd. compléxie Frauenlob s. 96 [...] nach Bracks erklärung 'art oder eigene natur usz der fier element eigenschaft' (Dief. 137c), es war einst ein wichtiges stück der geheimnisvollen naturlehre, gesundheits- und temperamentslehre, aus der noch unser humor herkommt; [...] lat. wort bedeutet eig. verflechtung und scheint auf σúpéυξιζ, [sumplexis] συμπλοκή, [sumploki] bei Galenus (9, 48 ff. ed. Kühn) zurückzugehen“ (Grimm, 1971: 1686).*

Etymologische
Klärung

Trotz der Unterscheidung zur heutigen Wortbedeutung wird *komplex* bereits im 15. Jahrhundert rückblickend als ein „*einst [...] wichtiges stück der geheimnisvollen naturlehre*“ beschrieben. Nach diesem Beitrag stützt sich der Begriff *humor* des 17. Jahrhundert auf die Bedeutung des Begriffes *komplexion*. Als Bedeutung wird ausschließlich *verflechtung* angegeben und der Wortursprung im Griechischen vermutet.

Das etymologische Wörterbuch nach Köbler definiert komplex: „*komplex, Adjektiv, zusammenhängend, vielschichtig, 18. Jh. Lw. lat. complexus, Adj., umfassend, Part. Prät. Akt. von lat. complecti, V., umschlingen, zu lat. cum, com, Präp., Präf., mit, lat. plectere, V., flechten*„ (Köbler, 1995: 80)

Die Definition ist der heutigen bereits etwas näher. Mit komplex wird nicht wie in der vorherigen Begriffsdefinition ausschließlich eine relationale Verbindungen der Elemente beschrieben, sondern darüber hinaus wird auf die Existenz verschiedener Ebenen (Vielschichtigkeit) hingewiesen. Die Elemente sind ähnlich zur ersten Definition aneinander gekoppelt und mit „*umschlingen*“ wird eine Ganzheitlichkeit angedeutet. Weiter wird der Ursprung des Wortes drei Jahrhunderte später im Lateinischen und nicht im Griechischen vermutet. Zusammenfassend wird *komplex* aus einer etymologischen Perspektive als etwas Mehrschichtiges und durch Relationen Verbundenes verstanden. In der heutigen Wissenschaftslandschaft spielt Komplexität zunehmend eine übergeordnete Rolle:

„*Today (2009) many of the most prominent scientific disciplines could not exist but for the complex systems models and methods on which they depend, among them synthetic and systems biology, climate science, control engineering, neurophysiology, development neuropsychology, astrophysics, geo-dynamics, traffic engineering, ? (cf. [Scott, 2004]). And there cannot be a single scientific discipline that has not now felt the complex systems winds of change blow through it to some extent (...)*“ (Gabbay, 2011: 5)

Scott zählt verschiedene Disziplinen wie Biologie, Klimaforschung, Neuropsychologie oder auch Geophysik auf, in der die Beschäftigung mit *Komplexität* beziehungsweise (*Komplexen Systemen*) eine außerordentliche Bedeutung hat. Gabbay prophezeit darüber hinaus, dass Komplexitätsforschung ein Charakteristikum für zukünftige Wissenschaft sei. Dieses Zitat zeigt, dass Komplexitätsforschung ein wesentliches und wissenschaftsübergreifendes Thema der aktuellen Forschungslandschaft bildet. Trotzdem oder gerade deshalb ist eine allgemeindeutige Definition von *Komplexität* schwierig (Ebeling, 1995: 117). Es stellt sich die Herausforderung verschiedene wissenschaftliche Blickwinkel zu berücksichtigen. Im Folgenden werden verschiedene Perspektiven vorgestellt und speziell in Bezug auf den geographischen Kontext betrachtet.

Gell-Mann stellt zu Beginn seines Aufsatzes „*What is Complexity?*“ (1995) voraus, dass *Komplexität* kontextbezogen und subjektiv ist. Aus diesem Grund ist zum einen *Komplexität* und jedes *Komplexe System* einzigartig und nur schwer mit anderen vergleichbar, zum anderen erklärt es die Schwierigkeit bei der Beantwortung der Frage: *Was ist komplex?* Die folgenden Definitionen haben ihren Ursprung in verschiedenen Wissenschaften und sollen helfen, einen Überblick über das weite Feld der

aktuelle
Wortbedeu-
tung

Definition

Komplexität zu erhalten sowie am Ende des Kapitels für diese Arbeit und die Geographiedidaktik eine eigene Definition über *Komplexität* vorzustellen. Eine sehr einfache Definition gibt Klaus Mainzer: „*Ein System mit mehr als 2 Elementen, die miteinander wechselwirken*“ (Mainzer, 2008: 2). Er setzt die Definition von *Komplexität* in Zusammenhang mit mindestens einem System, was mehr als zwei Elemente enthalten muss, wobei diese dann in einer Beziehung zueinander treten.

Diese Definition ist im Kontext der Chaostheorie zu verstehen (vgl. ebd.). Nicht jedes System mit mehr als zwei Elementen, wobei Elemente als Bezeichnung des Grundbestandteils zu verstehen ist, ist ein *Komplexes System*. Jedoch besteht nach Mainzer ab dieser Elementenanzahl die Möglichkeit, dass es zur *Komplexität* im System kommt. Bei zwei Elementen herrschen mindestens lineare und direkte Relation zwischen den Elementen und die Vorhersehbarkeit der Phänomene im System ist leichter. Bei einer höheren Anzahl der Elemente können die Relationen nichtlinear sein. Zur Veranschaulichung der Elemente und der Bedeutung der existierenden Beziehungen findet Tor Nørretranders in seinem Buch „*Spüre die Welt*“ (1997) ein eindrucksvolles Beispiel aus dem *Komplexen System* Text. Neben der Illustration von *Komplexität* eröffnet das Beispiel eine wissenschaftsübergeordnete Perspektive auf Elemente und deren Beziehung. Er zeigt zunächst die Abfolge eines einzigen Buchstaben und daraufhin eine willkürliche Abfolge von Buchstaben (vgl. Abbildung 3.1). Die letzte Abfolge von Buchstaben zeigt ein Wort mit semantischer Bedeutung, wie GEOGRAPHIE.

Beispiele

1. AAAAAAAAAA
2. AVNKIRVANR
3. GEOGRAPHIE

Abbildung 3.1: Buchstabenfolge zur Illustration von Komplexität, Quelle: eigene Darstellung nach Nørretrander (1997)

Für unseren Kulturkreis ist die dritte Buchstabenfolge am informationsreichsten. Die erste Buchstabenfolge besteht aus der strengen Ordnung eines Buchstaben, hingegen besteht die zweite Folge aus der ungeordneten Reihung verschiedener Buchstaben. Die erste und zweite Buchstabenfolge haben im gleichen Kontext einen sehr geringen Informationsgehalt. In diesem Beispiel korrespondiert der Informationsgehalt mit dem Maß an *Komplexität*. Die Buchstaben in der dritten Abfolge stehen in Verbindung zueinander und enthalten eine Semantik. Durch *Komplexität* entsteht eine Information. Am Beispiel des Wortes ist einerseits der nötige Kontext von *Komplexität* zu erkennen und andererseits die nötigen Beziehungen der einzelnen Elemente. Ein Mensch, der nicht lesen respektive nicht die lateinische Schrift lesen kann, ist nicht in der Lage einen Unterschied zwischen den letzten beiden Buchstabenfolgen

Information

und demnach einen Unterschied in der *Komplexität* zu erkennen. Wenn im dritten Beispiel das Wort GEOGRAPHIE mit seinem semantischen Zusammenhang erkannt wird, besteht eine Relation der einzelnen Elementen hier der Buchstaben, die zu einer übergeordneten Ebene der Information führt. Diese Informationen sind in einem spezifischen Kontext an das Wort GEOGRAPHIE gebunden und wohnen der Abfolge der Buchstaben allein nicht inne. Erst die Verwendung der Buchstabenfolge im Rahmen des lateinisch literarisierten Kulturkreises mit entsprechenden historischen und aktuellen Informationen über die Buchstabenfolge GEOGRAPHIE macht dies zu einem informationsenthaltenden Begriff.

In der wissenschaftlichen Betrachtung unterscheidet sich Information vom alltäglichen Verständnis des Begriffes. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird Information als etwas bereits Verarbeitetes verstanden. Informationen können Nachrichten beinhalten, wenn, laut der Kommunikationswissenschaft, die Kodierungsregeln vom Sender und Empfänger verstanden werden (Kontextgebundenheit). „*Information ist jetzt also ein Signal und eine Nachricht, die der Empfänger verstehen und interpretieren kann*“ (Gaus, 2005: 30). Darüber hinaus ist Information bereits strukturiert und das Wesentliche zum besseren Verständnis aufbereitet. Grundsätzlich ist Information ein werthaltiger Begriff, der nicht ausschließlich in der Informationstheorie verwendet wird. In der zusammenhängenden Betrachtung der Komplexität ist Information mit Entropie verwandt. Es handelt sich um Information, wenn man weiß, von welchen Mikrozuständen gesprochen wird. (vgl. Nørretranders, 1997: 73). Die Weitergabe von Information beinhaltet auch das vorherige Aussondern von Information. Dieses Aussondern endet dann in Entropie.

In verschiedenen Wissenschaften existieren verschiedene Begriffsdefinitionen von Information im Kontext von *Komplexität*. In der Informationstheorie wird *Komplexität* mit Hilfe der Kolmogorov-Komplexität gemessen. Kolmogorov veröffentlichte 1963 seinen Aufsatz „*On Tables of Random Numbers*“ der heute entscheidend in der physikalischen Betrachtung von *Komplexität* und Information ist. In diesem Aufsatz wird der Unterschied zwischen Zufall und Nichtzufall anhand von Symbolfolgen erläutert. Mit Hilfe der Kolmogorov-Komplexität ist der Informationsgehalt -*Komplexität*- und die Zufälligkeit eines Objektes objektiv bestimmbar. Die Kombination von Informations- und Berechenbarkeitstheorie ermöglicht die Verwendung von Information als mathematisches Beweismittel. *Komplexität* ist in der Kolmogorov-Komplexitätsbetrachtung ein Maß der Messgröße. Die *Komplexität* eines Objektes ist demnach die kürzeste effektiv berechenbare Beschreibung. Ist die Struktur eines Objektes sehr regelmäßig, lässt sie sich dessen Beschreibung stärker komprimieren. Ist die Struktur eines Objektes dagegen wenig regelmäßig, ist sie zufälliger. Leichter zu verstehen ist der Gegensatz mit Hilfe von Binärzahlen. Ist die Abfolge wie in Abbildung 3.2 Beispiel 1. sehr regelmäßig, kann diese verkürzt werden. Ist dagegen die Abfolge weniger regelmäßig (vgl. Ab-

1.	111100001111000011	-->	2*abwechselnd (4*1, 4*0), 2*1
2.	001110101000100011	-->	2*0, 3*1, 0, 1, 0, 1, 3*0, 1 3*0, 2*1
3.	101001101010010111	-->	1, 0, 1, 2*0, 2*1, 0, 1, 0, 1, 2*0, 1, 0, 3*1

Abbildung 3.2: Komprimierbarkeit von Binärzahlen nach algorithmischer Informationstheorie, Quelle: eigene Darstellung nach Nørretrander (1997)

bildung 3.2 Beispiel 2.), kann diese immer weniger (vgl. Abbildung 3.2 Beispiel 3.) komprimiert werden und die Zahl ist zufälliger.

Den höchsten Informationsgehalt, das heißt die maximalste *Komplexität*, hat nach der Kolmogorov-Komplexität die dritte Zahlenfolge als zufälligste. Wenn in diesem Zusammenhang noch einmal die Abbildung 3.1 betrachtet wird, hat in einer lateinisch literarisierten Gesellschaft den höchsten Grad an *Komplexität* und Information die zufällige Buchstabenfolge AVNKIRVANR, da diese durch nichts komprimiert werden kann. Hier wird der Unterschied zwischen der *Komplexität* in der Informationstheorie und dem bisherigen Verständnis deutlich. Nach dem alltäglichen Verständnis ist die Information sowie die *Komplexität* beim dritten Beispiel GEOGRAPHIE am höchsten. Grundsätzlich sind *Komplexitätsmaße* kontextbezogen und subjektiv. Deshalb ist jedes *Komplexe System* einzigartig und nur schwer mit anderen vergleichbar. Wenn *Komplexität* gemessen wird, muss sich auf eine bestimmte Betrachtungstiefe geeinigt werden. Es stellt sich die Frage, wie viele Details bezieht man in die Systembetrachtung ein. Weiter ist die Frage bei der Beschreibung von *Komplexität* zu klären, wie viel Information vorausgesetzt wird. Das Verständnis von *Komplexität* erfordert Kontextwissen (vgl. Gell-Mann, 1995: 1). So kann jemand, dem die lateinstämmige schriftliche Sprache unbekannt ist, nicht zwischen dem Informationsgehalt der drei Buchstabenketten in Abbildung 3.3 unterscheiden. Aus diesem Grund kann *Komplexität* nur innerhalb korrespondierender Zeichensysteme (z.B. in der Geographie) gut verglichen werden und ein einheitliches Maß von *Komplexität* ist so gut wie unmöglich. Anhand dieser Beispiele (Abbildung 3.1 und Abbildung 3.2) werden Unterschiede über Kontextbegriffe des Forschungsfeldes *Komplexität* deutlich. Das heißt, auch für die Geographie muss der Kontext berücksichtigt werden, um eine Definition von *Komplexität* geben zu können.

Das Beispiel der Buchstabenfolge zeigt die Relationen zwischen *Komplexität* und Information. Das nachfolgende Beispiel zeigt die Bedeutung der Vorhersagbarkeit von Elementen für *Komplexität* (vgl. Abbildung 3.3). Eine Aneinanderreihung von Punkten, die in einer bestimmten Abfolge unterschiedliche Bilder erzeugen.



Abbildung 3.3: Grafische Darstellung von Ordnung – Chaos – Komplexität, Quelle: eigene Darstellung nach Nørretranders (1997: 117)

Das erste Bild zeigt eine regelmäßige Reihung von Punkten. In diesem Bild ist einfach vorherzusagen, ob sich an einer Stelle ein Punkt befinden könnte oder nicht. Das zweite Bild zeigt eine willkürliche Reihung von Punkten. Dieses Bild entspricht in dem vorherigen Beispiel (Abbildung 3.1) der zweiten Abfolge von Buchstaben (AVNKIRVANR). Eine Vorhersage, welcher Buchstabe folgt oder eine Vorhersage, ob sich ein Punkt an einer bestimmten Stelle befindet, ist in den Beispielen nicht möglich. Die Buchstaben und Punkte folgen dem Zufall und es bestehen keine regelhaften Relationen zwischen den Elementen. Das dritte Bild entspricht dem dritten Beispiel der Abbildung 3.1. Die Elemente sind weder nach einem gleichmäßigen Punkt-Nichtpunktprinzip noch willkürlich gegliedert, sondern die Reihung der Punkte ergibt ein Muster. Im Kontext dieses Musters ist eine Vorhersage darüber, ob an dieser Stelle ein Punkt ist, teilweise möglich. Anhand der Vorhersagemöglichkeit über die Existenz und Verortung eines Punktes ist eine *Komplexität* der Bilder zu bestimmen. Darüber hinaus zeigt die graphische Darstellung der Punktreihe unterschiedliche regelmäßig Muster. Das erste Bild zeigt eine vollständige Ordnung, hingegen das zweite Bild Unordnung beziehungsweise Chaos abbildet. Das interessanteste Muster ist im dritten Bild zu erkennen, was auch den höchsten Grad an *Komplexität* aufweist. Die Elemente in diesem Musters treten in Relationen zueinander, wodurch solche Muster entstehen können. Durch die Ausbildung von unterschiedlich großen Clustern entstehen unterschiedlich große Dreiecke. Die Relationen ermöglichen zum einen eine Herausbildung jedes spezifischen Dreiecks und zum anderen eine globale Herausbildung der Form des Dreiecks im Gesamtbild. Das heißt die Relationen in diesem Muster sind auf unterschiedlichen Ebenen angesiedelt. Um das erste oder dritte Muster zu erzeugen, sind keine Relationen unter den Elementen nötig. Zum wiederholten Mal ist die Relation der Elemente sowie die Vorhersagbarkeit innerhalb des Systems hier im Muster von wesentlicher Bedeutung für das Verständnis von *Komplexität*. Ein akustisches Beispiel für *Komplexität* ist Komposition. Die graphische Darstellung von Musik in Noten wirkt für die meisten ungeordnet, jedoch wird beim Ertönen der Musik

Relationen

PAINO.
Scene au Bach.

♩ = 30.

**ANDANTE
MOLTO MOTO.**

7. 3.

Abbildung 3.4: Partiturausschnitt der 6. Symphonie von Beethoven,
Quelle: <http://www.dlib.indiana.edu/variations/scores/akh8735/large/>

die Harmonie der Komposition klar (vgl. Abbildung 3.4). Dieses Beispiel von *Komplexität* zeigt eine weitere wesentliche Eigenschaft von *Komplexität*. Es müssen Noten, Tempi und Rhythmus miteinander so verwoben werden, dass sie eine Harmonie ergeben. Eine beliebige Aneinanderreihung ist unzureichend. Die Elemente des Systems stehen zueinander in Relationen und begründen so die *Komplexität*.

Das Beispiel in Abbildung 3.4 zeigt eine Partiturseite Beethovens 6. Sinfonie. Allein die Darstellung der Sinfonie in Noten zeigt für wenige, ob sie harmonisch ist und in welcher Beziehung die Zeichen zueinander stehen, jedoch verändert sich das beim Spiel des Stückes. Die Harmonie entsteht nicht durch vollständige Ordnung oder Chaos, sondern folgt *komplexen* Regeln. Die Elemente stehen in Relationen zueinander und es existieren verschiedene Ebenen. Besonders Sinfonien sind ein geeignetes Beispiel um *Komplexität* zu erläutern. Der Wortursprung von Sinfonie (griechisch: *συμφωνία* [sumfonia]: zusammenklingend) zeigt bereits ein wesentliches Merkmal des ursprünglichen Instrumentalstückes. Das Zusammenspiel von verschiedenen Instrumenten und wahlweise Stimmen erzeugt eine Harmonie, die hoch *komplex* ist. Wiederum erzeugen verschiedene Elemente, die in Relation stehen ein *komplexes* Gesamtbild, was Informationen enthält. Die Anzahl der Elemente, Relationen, Vorhersagbarkeit und Information sind entscheidend für *Komplexität*. Alle drei Beispiele zeigen, wie diese Begriffe in einem Zusammenhang eine Aussage über *Komplexität* erlauben. Wenn *Komplexität* herrscht, enthalten die Elemente über ihre Relationen zueinander Informationen, wobei die Relationen im gewissen Maße vorhersagbar sein müssen.

Chaos und
Ordnung

Komplexität wird zwischen Ordnung und Chaos lokalisiert (Pagel, 1989), wobei keine definitiven Abgrenzungen zwischen den Begriffen existieren (Page, 2011: 27). Es wird sich zeigen, dass *Komplexität* ein weites Gebiet zwischen Ordnung und Chaos umfasst (zitiert nach Nørretranders, 1997: 110), weil *Komplexität* Eigenschaften mit Ordnung und Chaos teilt (vgl. Bishop, 2011: 106 ff.), wie die Beispiele (vgl. Abbildungen 3.1, 3.3, 3.4) zeigen. Diese Definition mit Hilfe der Abgrenzung zu Ordnung und Unordnung kleidet Melanie Mitchell in ihrem Buch „*Complexity: A guided tour*“ (2009) in die Formeln BOAR und DEEP. *Komplexität* liegt **B**etween **O**rder **A**nd **R**andomnes (Mitchell, 2009: 15) und kann nur schwer **D**escribed, **E**volves, **E**ngineered or **P**redicted (Mitchell, 2009: 95) werden.

BOAR und
DEEP

Bishop (2011) fasst Chaos und *Komplexität* in ein enges Beziehungsfeld. Sowohl *Komplexität* als auch Chaos werden als ein mathematisches Verhalten in einem System betrachtet. Diese Aussage stützt wiederum die Behauptung, dass *Komplexität* und Chaos in einem engen Verhältnis zueinander stehen. Diese Beziehung wird noch weiter durch das sehr ähnliche Verhalten von Chaos und *Komplexität* zu ihren spezifischen Anfangsbedingungen und ihrem Verhalten in Raum und Zeit gestützt.

Komplexität spielt besonders in der Physik eine wesentliche Rolle. Dort ist *Komplexität* unweigerlich mit dem physikalischen Maß der Entropie verknüpft, da *Komplexität* selbst nach physikalischem Verständnis nicht gemessen werden kann. Entropie *έντροπία* [entropía] bedeutet wörtlich übersetzt Transformation. Nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik kann Energie nicht verloren gehen, sondern wird immer in eine andere Energieform umgewandelt. Entropie ist hoch, wenn der Makrozustand durch sehr viele Mikrozustände beschrieben werden kann. Im Gegensatz dazu ist die Entropie gering, wenn der Makrozustand durch wenige Mikrozustände beschrieben werden kann. Die *raumzeitliche Dynamik* eines geschlossenen Systems geht immer zu Makrozuständen über, zu denen mehr Mikrozustände gehören, als vorher. Die Gesamtheit der Mikrozustände ist der Informationsgehalt des Systems. Das heißt die Entropie wächst und damit auch die Unordnung. Nur durch Investieren von Energien kann dem entgegen gewirkt werden. Dieser Ansatz unterstützt die Annahme, dass *Komplexität* zwischen Ordnung und Chaos liegt (Mitchell, 2009). Denn wenn Entropie als Maß ebenfalls Teile von Ordnung und Chaos beinhaltet, kann dies als Beweis angesehen werden, dass *Komplexität* sowohl Teile von Ordnung als auch Chaos enthält.

Entropie

Die Betrachtung von *Entropie*, *Chaos* und *Ordnung* scheint zunächst für eine geographische Betrachtung auf Komplexität irrelevant, doch berücksichtigt man die Konsequenzen dieser mit den Begriffen umfassenden Phänomene, ermöglichen diese eine genauere Betrachtung und Vorhersagbarkeit von *Komplexen Systemen*. Unter der Berücksichtigung von *Entropie* wird deutlich, dass ein *Komplexes System* immer in Richtung

Chaos strebt und jedoch auf Grund des Aspekts der *Ordnung* in einem Zustand des dynamischen Gleichgewichts befindet. Ein geographisches Beispiel ist dafür die wirtschaftliche und demographische Entwicklung im Pearl River Delta. Aufgrund des enormen wirtschaftlichen Wachstums innerhalb weniger Jahre ist die Gesamtsituation als chaotisch zu beschreiben. Doch ist durch die existierenden Versorgungs- und Organisationsstrukturen *Ordnung* zu erkennen.

Demzufolge können übergreifende Aspekte von *Komplexität* anhand weiterer Beispiele erläutert werden. Diese dienen in der Arbeit als Betrachtungsgrundlage von *Komplexität*. Mit Hilfe der verschiedenen Definitionsansätze sowie der Erläuterung der Eigenschaften von *Komplexität* erwächst folgende der Arbeit zugrundeliegende Definition:

Etwas ist *komplex*, wenn es aus mindestens zwei Elementen zusammengesetzt ist und etwas Ganzheitliches bildet, wobei die Elemente durch hierarchisch geordnete Relationen miteinander verknüpft sind. Die *Dynamik* muss in einem gewissen Maße vorhersagbar sein. In der Gesamtbetrachtung enthalten die Elemente in ihren spezifischen Relationen Informationen. *Komplexität* ist ein Makrozustand mit vielen Mikrozuständen in spezifischen Konfigurationen. Es bestehen auf unterschiedlichen Ebenen Beziehungen der Elemente und es sind auf verschiedenen Ebenen Informationen enthalten.

Definition

Obwohl dieser Definitionsansatz allgemeingültig angesetzt ist, eignet er sich besonders für *Komplexität* in der Geographie, wie die Arbeit im Verlauf zeigen wird. Die Definition und die Beschreibung von *Komplexität* erfolgt häufig in Zusammenhang mit Strukturen oder Systemen, denen *Komplexität* als Eigenschaft zugeschrieben wird. Auf Grund dessen wird im nächsten Kapitel auf *Komplexe Systeme* näher eingegangen.

3.2 Erläuterung *Komplexer Systeme*

Dieses Kapitel widmet sich auf der Grundlage der Definition des Begriffs *komplex* der Erläuterung von *Komplexen Systemen*. Zunächst werden die Begriffe *Struktur* und *System* erläutert und anschließend aus der soziologischen Perspektive der Systemtheorie nach Luhmann (1997a/b) illustriert, da diese besonders große Bedeutung erlangte.

In der unter dem Kapitel 3.1 dargestellten Definition zu *komplexen* Strukturen werden Elementen sowie die Beziehungen dieser Elemente zueinander herausgestellt. Die *Komplexität* einer Struktur spiegelt sich in der Anzahl der gleichen respektive verschiedenen Elemente, in der Anzahl der gleichen beziehungsweise verschiedenen Relationen und Ope-

Komplexe
Strukturen

rationen sowie in der Anzahl der Hierarchieebenen wider. Im strengeren Sinne liegt *Komplexität* dann in einem System vor, wenn die Anzahl der Elemente im System sehr groß (unendlich) ist (Ebeling et al.,1995: 13). Die Möglichkeit einer Hierarchisierung der Elemente entscheidet, ob etwas *komplex* sei (Ebeling et al.,1995: 13). Diese Begriffsbestimmung von *Komplexen Systemen* ist mit der Definition von *komplex* vereinbar (vgl. Kapitel 3.1) und setzt ähnliche Schwerpunkte. So ist die Anzahl der Elemente und deren Relationen wesentlich für *Komplexität* im Allgemeinen und *komplexe* Strukturen im Speziellen. Die Anzahl der Elemente und die untereinander bestehenden Beziehung sind in Strukturen von größerer Bedeutung, weshalb sie in der vorliegenden Definition eine größere Beachtung erfahren.

Um *Komplexe Systeme* zu definieren, ist zunächst eine Begriffsdefinition von Struktur erforderlich. Der Begriff *Struktur* wird in vielen Wissenschaften wie in der Mathematik, Chemie, Physik, in der Ökonomie, der Grammatik oder der Psychologie verwendet. Gemein ist einer Struktur in allen Wissenschaften die Bezeichnung einer Art der Zusammensetzung der Elemente und deren Beschreibung. „*Unter Struktur verstehen wir die Art der Zusammensetzung eines Systems aus Elementen und die Menge der Relationen beziehungsweise Operationen, welche die Elemente miteinander verknüpfen*“ (vgl. Freund & Schweitzer, 2013).

Eine Struktur besteht aus mehreren Teilelementen, die ein Ganzes bilden und einer inneren Ordnung unterliegen. Neben *komplexen* Strukturen werden in der Komplexitätsforschung häufig *Komplexe Systeme* angeführt. Nach einer Begriffsbestimmung von System werden mit Hilfe einer Grafik (vgl. Abbildung 3.7) *Komplexe Systeme* illustriert. Der Begriff System hat seinen Ursprung im Griechischen *σύστημα* [sýstéma] und bedeutet aus mehreren Teilen zusammengesetztes und gegliedertes Ganzes. Als Bedeutung gibt der DUDEN weiter an: „[...] *Prinzip, nach dem etwas gegliedert, geordnet wird [...] (Naturwissenschaften, besonders Physik, Biologie) Gesamtheit von Objekten, die sich in einem ganzheitlichen Zusammenhang befinden und durch die Wechselbeziehungen untereinander gegenüber ihrer Umgebung abzugrenzen sind; Einheit aus technischen Anlagen, Bauelementen, die eine gemeinsame Funktion haben (Sprachwissenschaft); Menge von Elementen, zwischen denen bestimmte Beziehungen bestehen [...] (besonders Logik); Menge von Zeichen, die nach bestimmten Regeln zu verwenden sind [...]*“ (<http://www.duden.de/rechtschreibung/System>, 22.03.2016).

Für die Betrachtung von *Komplexen Systemen* ist das Wesentliche dieser Definition die Gesamtheit verschiedener Objekte, die in einem wechselseitigen Verhältnis zueinander stehen. Bezogen auf *Komplexe Systeme* ist die Bedeutung: „*Prinzip, nach dem etwas gegliedert, geordnet wird und [...] Gesamtheit von Objekten, die sich in einem ganzheitlichen Zusammenhang befinden und durch die Wechselbeziehungen untereinander*

der gegenüber ihrer Umgebung abzugrenzen sind“ (ebd.) herauszuheben. Eine Zusammenführung der Eigenschaften sowie Bedeutungen der drei Begriffe erzeugt ein beziehungsreiches Gebilde. Die Untersuchung solcher Gebilde findet sich zum Beispiel in der soziologischen Systemtheorie.

Eine einflussreiche Systemtheorie wurde von dem Soziologen Niklas Luhmann (1997a/b, 2001) entwickelt und beschäftigt sich mit gesellschaftlichen Prozessen, Akteuren und Beziehungen innerhalb *Komplexer Systeme*. Die *soziologische Systemtheorie* geht auf Talcott Parson zurück und verdeutlicht seine Bemühungen, die Frage zu klären, wie soziale Ordnung möglich wäre (vgl. Parsons, 1951). Der Schwerpunkt Parsons Forschung liegt auf der Handlung der Individuen sowie den Handlungen untereinander, was ebenfalls aus geographischer Perspektive wesentlich ist.

die soziologische Systemtheorie

Luhmann (1997a/b, 2001) steht in Parsons Tradition und führt seine Theorie weiter, doch stellt er den Funktionsbegriff vor den Strukturbegriff und den Kommunikationsbegriff vor den Handlungsbegriff. Luhmanns Systembegriff ist wesentlich durch Abgrenzung der Offenheit versus der Geschlossenheit eines Systems definiert. Ein gesellschaftliches System ist demnach bezogen auf Information und Energie beides, offen und operativ geschlossen, gegenüber seiner Umwelt (vgl. Luhmann, 1997a/b, 2001). Ein zentraler Aspekt der luhmannschen Systemtheorie ist das Prinzip der Selbstreferenz beziehungsweise Selbsterzeugung von Systemen, die er nach Maturana und Varela entwickelt hat, jedoch auf nicht-lebende Systeme, das heißt soziale und psychische Systeme überträgt. So lässt sich begründen, dass nach Luhmann jeder soziale Kontakt ein System ist und Systemeigenschaften (Interaktion) trägt.

Luhmann (1997a/b, 2001) sieht den Sinn von sozialen Systemen in der Reduzierung von *Komplexität*, die in der Welt unendlich hoch ist. Genauer bedeutet das, dass Menschen eine Entscheidung erst möglich ist, wenn die *Komplexität* durch die Selektion von Systemen reduziert ist. Die Selektion von Systemen kann auch eine Kommunikation, das kleinste soziale System, erst ermöglichen (vgl. Baecker, 2013: 38). So kann während eines Verkaufsgesprächs von Fahrrädern selten über italienische Opern gesprochen werden. Hier ist für eine gelingende Kommunikation die Selektion von Systemen notwendig. Ein zentraler Aspekt in der Systemtheorie ist *Kommunikation* zwischen Menschen, wobei Kommunikation immer auch Handlung oder Ereignis ist, da Kommunikation als Handlung in Erscheinung tritt. Post hoc ergo propter hoc Handlungen sind entscheidend in Luhmanns Systemtheorie. Luhmann beansprucht für seine Theorie der sozialen Systeme einen Universalitätsanspruch für den gesamten Bereich der Gesellschaft. Doch auch geographische Paradigmen können mit Hilfe der Systemtheorie interessante Gesichtspunkte offenbaren (vgl. Klüter, 2011: 227-233; Egner, 2006, 2008).

Die systemischen Aspekte erfasst Luhmann (1997a/b, 2001) deskriptiv in seiner Begriffsbestimmung von Funktion, doch ist das als Einfluss-

faktor aus einer geographischen Perspektive insuffizient. *Raumzeitliche Dynamiken* sowie die Spezifizierung der Systembeziehungen werden in der Systemtheorie nach Luhmann unter Kommunikation subsummiert und sollten aus einer geographischen Perspektive stärker betont werden.

Zusammenfassend bestehen *Komplexe Systeme* aus verschiedenen Elementen, die in einer hierarchisierten Beziehung zueinander stehen, woraus sich Strukturen entwickeln. Diese Strukturen enthalten eine innere hierarchisierte Ordnung. Die Aspekte der Offenheit eines Systems und das dynamische Gleichgewicht eines Systems sind daher besonders relevant. Die Unterscheidung der *Elemente* in *Akteure*, *Faktoren* und *Strukturen* und dabei die Herausstellung der *Akteure* ist aus einer geographischen Perspektive gewinnbringend, da mit Hilfe der *Elemente* auf ein System Einfluss genommen werden kann. Dies wird im folgenden Kapitel vorgestellt.

3.3 Relevanz *Komplexer Systeme* für die geographiedidaktische Forschung und den Geographieunterricht

Das vorherige Kapitel erläutert Inhalte und Aspekte eines *Komplexen Systems*, zeigt die bisherige Forschungsperspektiven und nennt verschiedene Beispiele von *Komplexen Systemen*. Das folgende Kapitel stellt unter Berücksichtigung der genannten Aspekte die Bedeutung von *Komplexen Systemen* für die geographiedidaktische Forschung und für den Geographieunterricht heraus.

Seit der Entwicklung der soziologischen Systemtheorie und Kybernetik gibt es auch in der Geographie Bereiche, die unter dem Systemansatz betrachtet werden (zusammengestellt nach Glatter, 2012). Egner (2008: 35) stellt zum Beispiel folgende Teilgebiete, in denen bereits systemtheoretisch gearbeitet wurde heraus: Gewässerforschung, Geomorphologie, Geoökologie. In der humangeographischen Forschung entwickelte O'Sullivan (2002) aus komplextheoretischer Perspektive ein Modell zur Erläuterung der Gentrifizierungsprozesse in Londoner Stadtteilen. Nach einer frühen Anwendung der Systemtheorie auf die Geographie von Helmut Klüter (1986), die zwar diskutiert wurde, aber nur wenige Folgearbeiten anstieß (vgl. Egner, 2008: 39), gibt es seit den 2000er Jahren neue Ansätze, die sich in der Tradition der Raumtheorie sehen und versuchen physisch-geographische und humangeographische Perspektiven zu verbinden und daraus eine „*Dritte Säule*“ zu entwickeln (zitiert nach Glatter, 2012: 18).

In der Systemtheorie gibt es vier grundlegende Systemkonzepte: triviale Maschinen, geschlossene Systeme, offene Systeme und operativ ge-

Systemansätze
in der Geo-
graphie

Systemkonzepte und die System-Umwelt-Konstellation

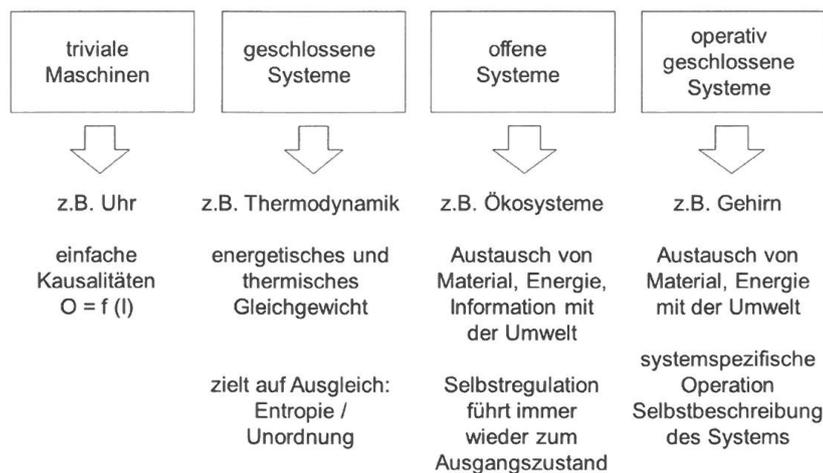
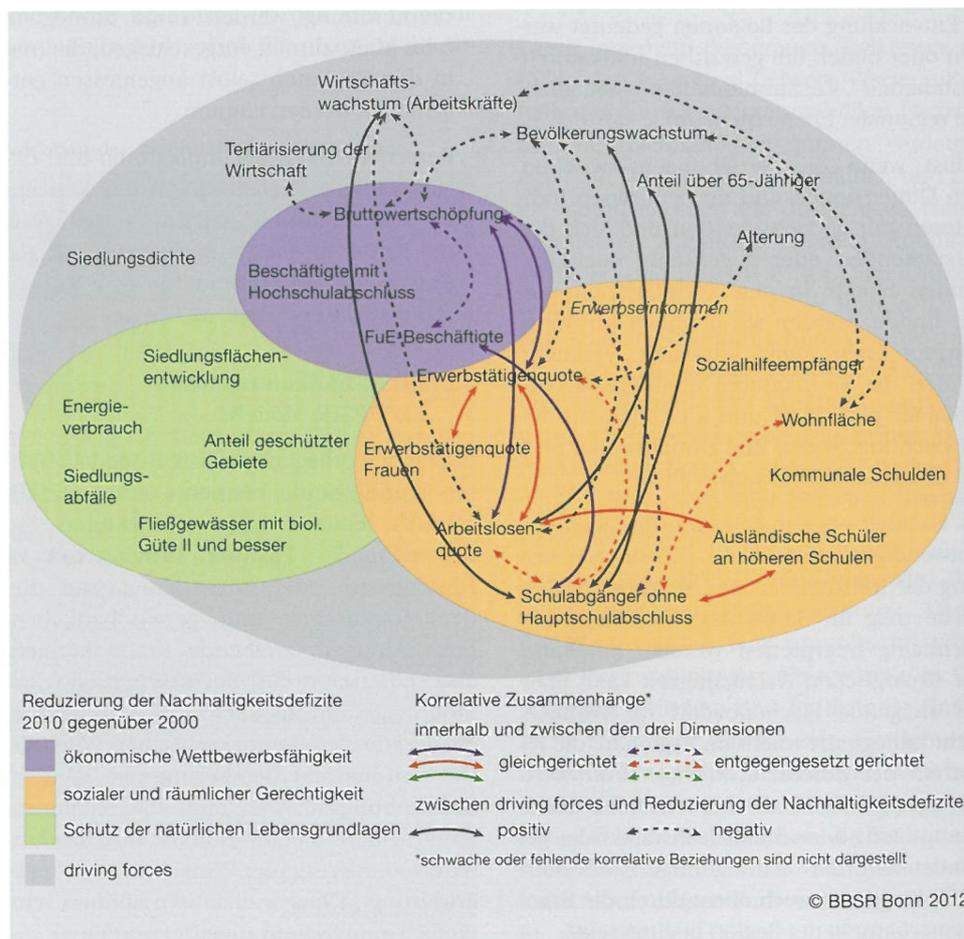


Abbildung 3.5: Systemkonzept der Systemtheorie, Quelle: Glatter, 2012: 19; Egner, 2008: 57ff.

geschlossene Systeme (vgl. Abbildung 3.5). Für die Geographie sind vor allem die offenen und operativ geschlossenen Systeme als Konzepte von Bedeutung. Offene Systeme haben einen Umweltbezug und befinden sich im Nichtgleichgewicht beziehungsweise im dynamischen Gleichgewicht (Egner, 2008: 57). Solche Systeme leben auf Kosten ihrer Umwelt und sind in der Untersuchung sehr schwer abzugrenzen, das heißt die Abgrenzungen unterscheiden sich je nach Perspektive. „Operativ geschlossene Systeme sind [im Gegensatz dazu] materiell und energetisch offene Systeme mit intern geschlossenen Operationen der Information“ (Glatter, 2012: 20). Zusätzlich sind operativ geschlossene Systeme selbstreferentiell, das heißt sie stabilisieren und erzeugen sich selbst immer wieder (Egner, 2008: 60). Dieser Ansatz steht in enger Verbindung mit dem erkenntnistheoretischen Konstruktivismus (vgl. Glatter, 2012: 21). Zur Illustration von *Komplexen Systemen* werden in der Geographie Modellierungen entwickelt, welche versuchen diese darzustellen (vgl. Abbildung 3.6). Das Modell „Reduzierung der Nachhaltigkeitsdefizite 2010 gegenüber 2000 - Einfluss von driving forces“ dient zur Veranschaulichung, wie *Komplexe Systeme* modelliert werden. Es zeigt die korrelativen Zusammenhänge der Bereiche „ökonomische Wettbewerbsfähigkeit“, „soziale und räumliche Gerechtigkeit“ und „Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen“ zur Reduzierung der Nachhaltigkeitsdefizite zwischen den Jahren 2010 und 2000 im Kontext des *driving forces*.

In der Geographiedidaktik wird unter anderem diskutiert, inwiefern *Systemkompetenz* durch den Unterricht vermittelt werden soll. Unbestritten ist, dass die Vernetzung und Komplexität des Nah- und Fernraumes kontinuierlich wächst. Um dem im Geographieunterricht begegnen zu können, bedarf es eines Konzepts, das die verschiedenen Dimensio-



Quelle: Laufende Raubeobachtung des BBSR

Abbildung 3.6: Beispiel einer Modellierung eines *Komplexen Systems*,
Quelle: Milbert, 2012: 46

nen berücksichtigt. Ein Ansatz ist die Systemkompetenz von Rempfler & Uphues (2010), der verschiedene Wechselbeziehungen in das Zentrum der Betrachtung stellt.

Die Intention dieses Ansatzes ist die *Komplexität* für Schüler*innen erfassbar zu machen und „*nicht in verkürzten Tat-Folge-Zusammenhängen [zu] verharren, sondern Probleme ganzheitlich [zu] betrachten*“ (vgl. Mehren et al., 2014). Der ganzheitliche Ansatz dient der Erfassung der *Komplexität* unter dem Abwägen der didaktischen Reduktion. Die Systemkompetenz bildet sich nach Rempfler & Uphues (2010) aus den drei Dimensionen Systemorganisation, Systemverhalten und systemadäquate Handlungsintention, die wiederum Teildimensionen umfassen. Mit Systemkompetenz wird die Fähigkeit beschrieben, „*einen komplexen Wirklichkeitsbereich in 1. seiner Organisation und 2. seinem Verhalten als System zu erkennen, zu beschreiben und zu modellieren und 3. auf der Basis dieser Modellierung Prognosen und Maßnahmen zur Systemnutzung und -regulation zu treffen*“ (vgl. Rempfler & Uphues, 2011; Rieß

& Mischo, 2008). Die Systemkompetenz existiert als Kompetenzstufenmodell mit vier Kompetenzstufen, welche in den Dimensionen „*Systemorganisation & -verhalten*“ und „*Systemadäquate Handlungsintention*“ gemessen werden (Mehren et al., 2014). Nach der wissenschaftsübergreifenden Untersuchung von *Komplexität* und unter Rücksichtnahme der Möglichkeit einer geographischen Perspektive, das heißt, einer verbindenden Perspektive zur Klärung aspektreicher Probleme in unterschiedlichen Maßstäben und in unterschiedlichen Räumen, kristallisieren sich einige Aspekte heraus, wie die detaillierte Betrachtung der *Systemorganisation* und der *raumzeitlichen Dynamik*, die über die *Systemkompetenz* hinausgehen.

Diese Aspekte werden im Folgenden in einem theoretisch fundierten Modell im Kontext von *Komplexen Systemen* berücksichtigt, welches die wichtigsten Eigenschaften sowie die verschiedenen Definitionstiefen zu *Komplexen Systemen* vereint. Zum besseren Verständnis werden die Erläuterung eines *Komplexen Systems* anhand der Abbildung 3.7 *Modell Komplexe Systeme (MKS)* unter den exemplarischen Beschreibungen des *Komplexen Systems* Stadt beziehungsweise einiger Aspekte des Städtewachstums illustriert.

Modell
Komplexe
Systeme

Die bereits gegebenen Definitionen von *komplex*, *Struktur* und *System* weisen daraufhin, dass ein *Komplexes System* sehr vielschichtig und schwerlich vereinfacht werden kann ohne an Inhaltstiefe zu verlieren. Zusätzlich sind Prozesse und Ereignisse in einem *Komplexen System* nur begrenzt vorhersehbar (Vgl. Kapitel 3.1 Begriffsbestimmung von Ordnung, Chaos, Entropie und Information). Die drei grundlegenden Aspekte eines *Komplexen Systems* sind nach dem *MKS* (vgl. Abbildung 3.7) seine *Elemente* (blau unterlegt), der *Vernetzungsgrad* (grau unterlegt) sowie die *raumzeitliche Dynamik* (orange unterlegt).

Unter dem Begriff der *Elemente* werden die *Akteure*, die *Faktoren* und die bestehenden *Strukturen* subsumiert. Es stellt sich zunächst die Frage, wer beziehungsweise was die *Akteure*, was die *Faktoren* sind sowie welche *Strukturen* beziehungsweise Substrukturen im System zu beobachten sind (vgl. 3.7 *MKS* blau unterlegt).

Elemente

Unter *Akteure* werden in der Beschreibung von *Komplexen Systemen* entsprechend der geographischen Tradition der Akteursnetzwerktheorie (ANT nach Peucker, 2010) handelnde Personen beziehungsweise Institutionen zusammengefasst, wie zum Beispiel Bewohner*innen einer Stadt oder auch die Stadtverwaltung. Dahingegen sind *Faktoren* nicht oder schwer zu ändernde *Elemente* in einem System wie das Straßennetz oder die Bebauung in einer Stadt. *Akteure* sind besonders in einer geographischen Perspektive von großer Relevanz, da diese im Vergleich zu *Faktoren* das System stabilisieren beziehungsweise manipulieren können. Der Zusammenhang innerhalb des Systems ergibt sich durch hierarchisierte Sys-

tembeziehungen der *Elemente*, welche sich gegenseitig beeinflussen können und *Strukturen* beziehungsweise Substrukturen bilden (Gell-Mann, 1995: 2).

Im Konkreten können das die Beziehungen innerhalb einer Stadtverwaltung sein. Diese sind hierarchisiert und folgen einer bestimmten Ordnung, was sich in *Strukturen* und Substrukturen manifestiert. Wenn zum Beispiel in einer Stadt eine neue Straße gebaut werden soll, müssen neben den bestehenden *Faktoren*, wie bereits bestehende Straßen in der unmittelbaren und mittelbaren Umgebung, die Notwendigkeit eines neuen Verkehrsweges sowie die bestehende Bebauung am Ort der potenziell neuen Straße berücksichtigt werden. Dieses Beispiel beschreibt die Faktoren in dem *Komplexen* System Stadt.

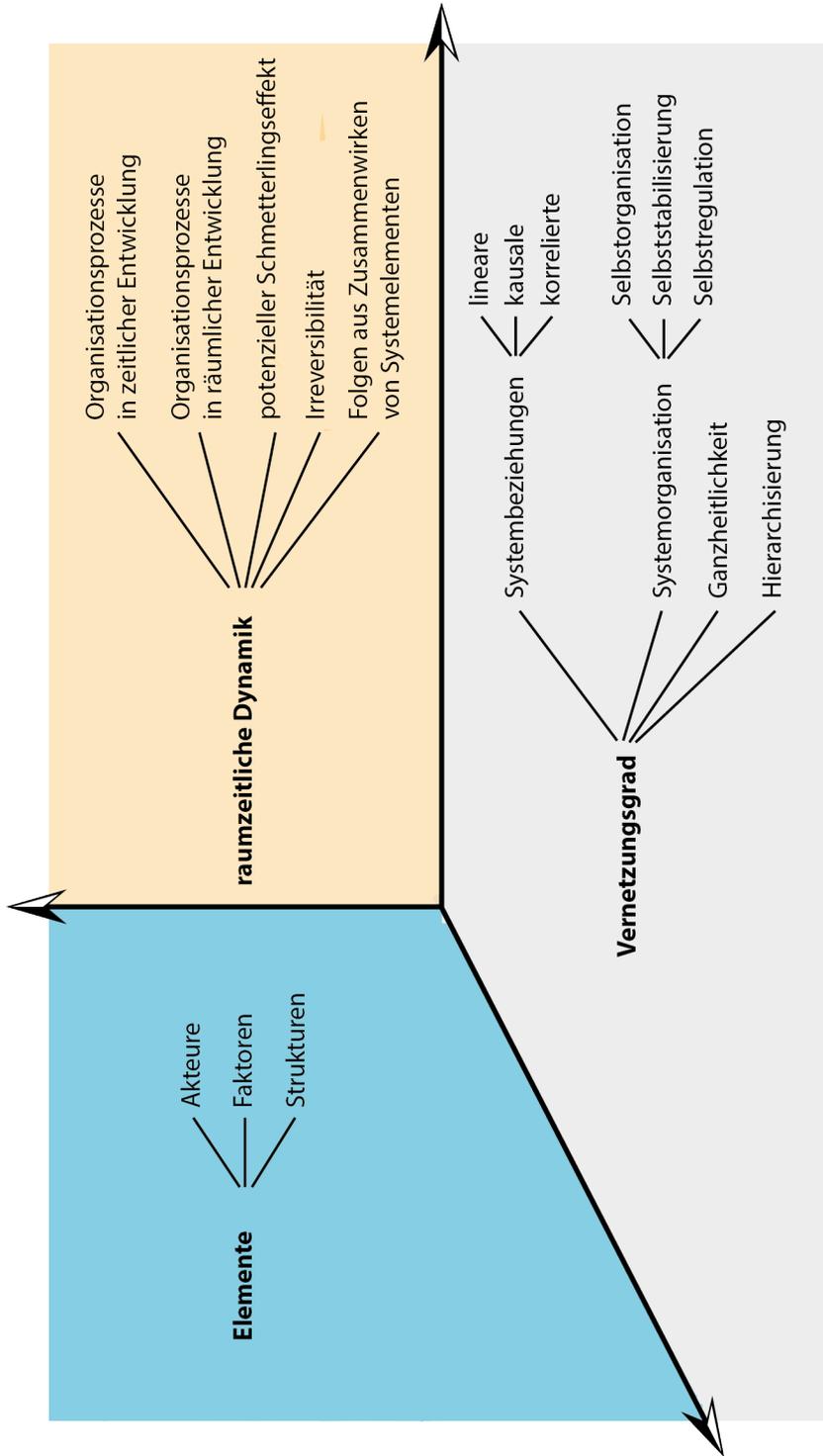


Abbildung 3.7: Modell Komplexe Systeme (MKS), Quelle: eigene Darstellung

Einige *Akteure* in dieser Situation sind die Bewohner*innen der unmittelbaren Umgebung der neuen Straße, zukünftige Nutzer*innen der Straße, die Stadtverwaltung mit verschiedenen Ressorts wie Verkehrs-, Umwelt- und Wirtschaftsamt, die unterschiedliche Interessen an der neuen Straße haben können. Diese verschiedenen *Akteure* können unterschiedlich starken Einfluss auf den Bau einer Straße haben und sind zudem voneinander abhängig. Zum Beispiel in der genaueren Betrachtung der Stadtverwaltung entscheidet das Amt für Wirtschaft und Haushalt in Aushandlung mit dem Umwelt- und Verkehrsamt, ob eine Finanzierung sich im Vergleich zum Gewinn durch den schnelleren Transport beziehungsweise die Entlastung anderer Straßen lohnen würde. Solche Aushandlungsprozesse können nicht singulär entschieden werden, sondern nur in der Gesamtbetrachtung der Stadt beziehungsweise ihrer Umgebung und der Dominanz bestimmter Interessen sowie Einflussgröße der *Akteure*. So etwas ist die Hierarchisierung von Beziehungen innerhalb eines Systems.

Der *Vernetzungsgrad* (vgl. Abbildung 3.7 grau unterlegter Quadrant) schließt die gegenseitige Beeinflussung der *Elemente*, die *Hierarchisierung* der *Elemente* und die *Strukturen* ein. Die Spezifizierung der *Strukturen* findet sich in der Unterscheidung von *Systembeziehungen*, doch wird die Gesamtheit unter *Elemente* zusammengefasst. Wesentlich für die *Systembeziehungen* ist ihre Funktionalität im System, welche die Beeinflussung und *Hierarchisierung* bestimmt. Beziehungen in einem *Komplexen System* tragen meist small-world-Eigenschaften, das heißt unabhängig von der Größe des Gesamtsystems sind die Verbindungswege zwischen den Elementen verhältnismäßig klein. „In einer Gesellschaft entstehen Verbindungen zwischen zwei beliebigen Personen dadurch, dass die eine Person durch endlich viele Zwischenpersonen, die paarweise untereinander bekannt sind, mit der andern Person in Beziehung steht. Soziologische Untersuchungen zeigen, dass in den Staaten zwischen beliebigen zwei Personen eine derartige Verbindung etwa mit dem Abstand sechs vorliegt. Filmschauspieler in Hollywood sind nur über drei Filmschauspieler mit einander bekannt. Chemikalien in einer Zelle sind typischerweise nur durch drei Reaktionen getrennt.“ (Mainzer, 2008: 13)

Vernetzungsgrad

Das *Komplexe System* wird durch hierarchisierte *Systembeziehungen* (Ebeling et al., 1995) sowie kontinuierlich stattfindende Selbstorganisations- und Regulierungsprozesse (Mitchel, 2009) stabilisiert. Eine *lineare Systembeziehung* besteht, wenn zwei Elemente/Ereignisse direkt gekoppelt sind. Das heißt, wenn auf ein Element/Ereignis oder ein Input direkt ein weiteres Ereignis gekoppelt ist, zum Beispiel auf den Antrag eine neue Straße zu bauen, die Prüfung dieses Antrages durch die Stadtverwaltung. Wenn ein Element/Ereignis aus einem anderen ursächlich resultiert, handelt es sich um eine *kausale Systembeziehung*, wie eine beschädigte Straße durch ein regelmäßig hohes Verkehrsaufkommen. Eine *korrelierte Systembeziehung* herrscht, wenn ein Element/Ereignis

auf ein anderes zurückzuführen ist und dazwischen ein indirekter Zusammenhang besteht. Ein Beispiel dafür ist, wenn sich die Spedition einer wichtigen Fabrik der Stadt ändert und diese Spedition nun schwere LKWs fährt, die die Straße stärker belasten und schneller abnutzen, ist der Bedarf einer neuen Straße höher, obwohl die Verträge der Spedition mit der Fabrik nicht im direkten Zusammenhang zur Stadtverwaltung stehen. In der Betrachtung einer Stadt als Beispiel kann das Wachstum zur weiteren Verdeutlichung solcher Prozesse dienen. Die Organisation und Regulation eines Städtewachstums wird in Europa zum großen Teil durch die Verwaltung beziehungsweise Regierung übernommen, die neue Gebiete, das heißt die benötigte Infrastruktur plant. Dieses Beispiel zeigt über den Prozess hinaus den Einfluss von *Akteuren* in einem System. Beispielsweise wächst die Einwohnerzahl einer Stadt, wenn es mehr Geburten als Mortalitätsfälle gibt (*lineare Systembeziehung*).

Die Geburtenrate kann ansteigen, wenn es viele Menschen im gebärfähigem Alter (*kausale Systembeziehung*) sowie kinder- und familienfreundliche Strukturen (*korrelierte Systembeziehung*) gibt. Alle *Systembeziehungen* können einzeln und in der Summe Ursache für das Wachstum einer Stadt sein und sind Teil eines *Komplexen Systems*. Mit zunehmender *Komplexität* wächst die Schwierigkeit, die tatsächlichen Wirkungen voraus zu sehen. Trotzdem sind die *kausalen beziehungsweise korrelierten Systembeziehungen* die häufigsten und die, auf die am meisten Einfluss genommen werden kann. Ein *Komplexes System* kann in seiner *Ganzheitlichkeit* betrachtet werden, da es durch Aufspaltung an Betrachtungsgenauigkeit verliert (vgl. Ebeling et al., 1995; Gabbay et al., 2011; Gell-Mann, 1995; Page, 2011). Zum Beispiel ist die Entwicklung einer Stadt nur unter Berücksichtigung der meisten Einflussgrößen und deren Beziehung untereinander nachvollziehbar.

Ein *Komplexes System* befindet sich in einer fortlaufenden Dynamik (vgl. Abbildung 3.7 orange unterlegter Quadrant) und ist besonders aus einer geographischen Perspektive in seiner zeitlichen und räumlichen Entwicklung zu betrachten. Es stellen sich die Fragen:

*raumzeitliche
Dynamik*

- Wie verhalten sich die Elemente und Systembeziehungen in Raum und Zeit?
- Wie sind die Elemente und Beziehungen organisiert und vernetzt?
- Welche Folgen ergeben sich aus der Organisation und Vernetzung der Elemente und Beziehungen?

Besonderheiten in der *raumzeitlichen Dynamik* bildet der *Schmetterlings-effekt*, der ein Ungleichgewicht zwischen lokalen Impulsen und globalen Auswirkungen beschreibt sowie das plötzliche Entstehen von neuen Strukturen (Emergenz). Darauf gründet sich die Chaostheorie (wichtige Vertreter sind: Henri Poincaré, Edward N. Lorenz, Benoît Mandelbrot

und Mitchell Feigenbaum).

Diese zeitlichen und räumlichen Entwicklungen sind in ihrer ganzheitlichen Form immer irreversibel und können zeitlich verzögert auftreten. Diese Verzögerungen der Regulierungsprozesse erschweren eine Beobachtung beziehungsweise ein Eingreifen in *Komplexe Systeme*. Zum Beispiel ist es für eine Stadt jährlich eine Herausforderung, die richtige Anzahl von Schulen und Lehrer*innen entsprechend der Einwohnerzahl eines Gebietes zu stellen. Da ein *Komplexes System* offen sein kann, kann es zu einem permanenten Durchfluss im System kommen und das System befindet sich in einem dynamischen Gleichgewicht. Folglich ist ein *Komplexes System* andauernd in Bewegung, weshalb das Systemgleichgewicht ausschließlich im Fluss betrachtet werden kann. In der theoretischen Betrachtung bedeutet das, dass ein System nur *komplex* sein kann, wenn es sich nicht im Gleichgewicht befindet (vgl. Page, 2011: 25) beziehungsweise wenn es im Fließgleichgewicht ist (siehe vorherige Definition).

Ein statisches Abbild von einem Gleichgewicht unterscheidet sich von einem dynamischen, das andauernde Veränderungen beinhaltet. Der andauernde Durchfluss im System ermöglicht zum einen eine ständige Veränderung und zum anderen die Stabilisierung des Systems. Exemplarisch bedeutet das bezüglich des Stadtwachstums beziehungsweise der Stadtentwicklung, dass der Ausbau der Infrastruktur nicht ausschließlich anhand der Einwohnerzahl eines Jahres geplant werden kann, sondern dass sowohl die Einwohnerzahl und die Reproduktionstendenzen der Einwohner*innen sowie der Zu- und Wegzug von Einwohner*innen berücksichtigt werden muss. Die Stadt ist ein offenes System, was in der Organisation und Planung einer Stadt berücksichtigt werden muss.

In der Betrachtung eines *Komplexen Systems* kann aufgrund seines hohen Grades der Elementenanzahl sowie deren Beziehungen die Gänze unvollständig beobachtbar sein. Solche nicht beobachtbaren *Elemente* werden unter dem Begriff *Blackbox* zusammengefasst. Die *Blackbox* ist einerseits ein mögliches Mittel zur Verknüpfung der Beobachtungen in *Komplexen Systemen* und zum anderen bestimmt die Anzahl beziehungsweise Größe der *Blackbox* den Grad an *Komplexität*. Als *Blackbox* werden generell Unbekannte im System verstanden. Das können alle Größen des Systems, das heißt *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* sowie Phasen in der Dynamik des Systems sein (Page, 2011: 25).

Zur Hilfe der Anwendung des *MKS*' (vgl. Abbildung 3.7) kann die folgende Operationalisierung (vgl. Abbildung 3.8) dienen:

Gruppen	Kategorien	Operationalisierung
Elemente	Akteure	Wer/was sind die Akteure im System?
	Faktoren	Was sind bestimmende Faktoren im System?
	Strukturen	Welche Strukturen bestehen im System? Welche Substrukturen bestehen im System?
Vernetzungsgrad	Lineare, kausale und korrelierte Systembeziehungen	In welchen Beziehungen stehen die Elemente des Systems? Inwieweit beeinflussen sich die Elemente über die Beziehungen gegenseitig?
	Selbstorganisation, -stabilisierung und -regulation	Wie organisieren, stabilisieren und regulieren sich die Elemente und die Beziehungen untereinander?
	Ganzheitlichkeit	Was ist die Gesamtheit des Systems?
	Hierarchisierung	Inwieweit sind die Beziehungen hierarchisiert?
Raumzeitliche Dynamik	Organisationsprozesse in zeitlicher Entwicklung	Wie verhalten sich die Elemente und Beziehungen in der Zeit?
	Organisationsprozesse in räumlicher Entwicklung	Wie verhalten sich die Elemente und Beziehungen im Raum?
	potenzieller Schmetterlingseffekt	Existieren Dysbalancen zwischen lokalen Impulse und globalen Auswirkungen im System?
	Irreversibilität	Sind Entwicklungen im System rückführbar?
	Folgen aus dem Zusammenwirken von Systemelementen	Bilden sich neue Strukturen im System heraus? Sind die Elemente und Beziehungen im System sich selbstähnlich?
	Offenheit	Ist das System mit anderen Systemen verbunden? Welchen Einfluss hat das System auf andere Systeme und welchen Einfluss haben andere Systeme auf das System?

Abbildung 3.8: Operationalisierung des MKS', Quelle: eigene Darstellung

Mit Hilfe der Theorie der *Komplexen Systeme* werden Phänomene in vielen Wissenschaftsdisziplinen erklärt, zum Beispiel das Universum mit seinen Sonnensystemen (Delegado, 2015), die Hirnforschung (Fleischer, 2015) oder die Ökonomie (Renkl et al., 1994). Einige Ausprägungen werden im Nachfolgenden vorgestellt. Ein Beispiel für die Betrachtung aus einer Perspektive der *Komplexen Systeme* sind ökologische Systeme, in denen Tiere und Pflanzen über nichtlineare Verbindungen gekoppelt sind. Es besteht ein *komplexer* Zusammenhang zwischen Beute- und Räuberpopulation. Neben dem direkten Jagdverhalten Einzelner spielen andere Individuen der Spezies sowie andere Tiere, die Nahrungssituation oder klimatische Gegebenheiten eine große Rolle in Beute- und Räuberpopulation (vgl. <http://www.tik.uni-stuttgart.de/dienste/labor/beispiele/prey/>). Weitere Beispiele für eine Untersuchung aus der Perspektive von *Komplexen Systemen* sind das menschliche Gehirn und die Übertragung von Informationen durch Neuronen, das Lernen als neue „[...] *Form der Selbstorganisation komplexer neuronaler Systeme*“ (Mainzer, 2008: 66).

Beispiele für
Komplexe
Systeme

Eine ethnologische Betrachtung von Gesellschaften zeigt, dass menschliche Entscheidungen auf der Grundlage rechtlicher, kultureller und religiöser Wertvorstellungen basieren, die seit Jahrhunderten weltweit in unterschiedlichen Traditionen gewachsen sind. Diese Traditionen münden dann häufig in der Schaffung gemeinsamer Ordnungsparameter, um Gesellschaften regierbar zu machen (governance). Besonders im Zeitalter der Globalisierung wächst der Grad an *Komplexität* in Gesellschaften, da es zur Zunahme von *Elementen* und einer höheren Vernetzung innerhalb der Gesellschaft kommt.

Übertragen auf das *MKS* entsprechen kulturelle und religiöse Praktiken und Tradition den *Elementen* eines Systems. Innerhalb einer Gesellschaft existiert häufig eine Selbstorganisation in sozialen Systemen, wie Familie, Interessengemeinschaften oder ähnliches. In einer Gesellschaft können sich Einzelmeinungen (Mikroebene) zu immer größer werdenden Meinungsclustern (Makroebenen) entwickeln, wobei schwer vorzusagen ist, welche *Faktoren* Einfluss nehmen. Auf Mikroebene sind Voraussagen schwierig; auf Makroebenen sind Voraussagen unter Berücksichtigung von Nebenbedingungen bedingt machbar (Mainzer, 2008: 77). Mainzer sieht darin eine Unterstützung für nicht zentrale Verwaltung und Selbstorganisation von *Komplexen Systemen* und führt das Internet als Beispiel für solch ein organisiertes *Komplexes System* an (vgl. Barabási, 2001). Die nahezu unendliche Anzahl an *Elementen* (User, Internetseiten, Verlinkungen oder Schaltflächen), der hohe *Vernetzungsgrad* und die rasante zeitliche wie räumliche Entwicklung des Internets klassifiziert das Internet als *Komplexes System*. Eine detailliertere Untersuchung solcher Phänomene findet sich in der Untersuchung von interaktiven Netzwerken in der Forschung über Schwarmintelligenz (vgl. Miller, 2010).

Beispiele für *Komplexe Systeme* aus geographischer Perspektive sind wie bereits beschrieben Städte, die komplexe urbane Systeme bilden. Die Verbindung von verschiedenen Funktionsräumen (Wohn-, Arbeits- und Erholungsräumen) in der Stadt durch ein Verkehrsnetz aus Straßen, Schienen und anderen Wegen bildet ein organismusähnliches Konstrukt, welches gleichermaßen den Regeln und Mechanismen eines *Komplexen Systems* unterliegt wie ein Ökosystem oder das menschliche Gehirn. So kann eine lokale Störung in einer Stadt globale Krisen auslösen, wie der 11. September 2001 in New York zeigt. Weiter sind Nutzungskonflikte als *Komplexe Systeme* untersuchbar, da verschiedene *Elemente* in vernetzten Beziehungen vorhanden sind, die sich in *raumzeitlicher Dynamik* befinden (vgl. Budke & Müller, 2015). All diese Beispiele können erst seit wenigen Jahren in Simulationsmodellen analysiert werden, zuvor war nur eine Beschreibung möglich (vgl. Portugali, 2011). Eine Berechnung oder Kontrolle von *Komplexen Systemen* wie Städten oder Umweltsystemen ist aufgrund ihres extrem hohen *Komplexitätsgrades* noch nicht möglich, jedoch können systemeigene Gesetze und *Faktoren* analysiert werden, welche die Grundpfeiler für nachhaltiges Handeln sind (Gell-Mann, 1995:2).

geographische
Beispiele für
komplexe
Systeme

Zusammenfassend kann ein *Komplexes System* als – ein aus einer hohen Anzahl von *Elementen*, die untereinander in einer hierarchisierten und dynamischen Beziehung stehen – bestehende Gesamtheit, die temporal und lokal fortschreitet, betrachtet werden. Alle Größen eines *Komplexen Systems* befinden sich in einem sehr engen Bedingungsverhältnis untereinander und sind gegenseitige Bestehensgrundlage.

Diese Definition ist interdisziplinär angelegt, jedoch aus geographischer Perspektive entwickelt.

3.4 Komplexe Systeme im Geographieunterricht: Ein Kompetenzstufenmodell

Im folgenden Kapitel wird nach dem Aufzeigen von *Komplexen Systemen* in den Bildungsstandards der Geographie und der Klärung des Kompetenzbegriffs ein Kompetenzstufenmodell zur *Darstellung Komplexer Systeme* (KSM) vorgestellt, welches die Grundlage für die folgende empirische Untersuchung bildet.

Komplexe Sachverhalte sind ein wesentliches Forschungsfeld des Geographieunterrichts (vgl. DGfG, 2014). Die Analyse von *komplexen Sachverhalten* ist aufgrund der hohen Allgemeinheit sowie gleichzeitig hoher Spezialisierung eine Herausforderung für den Unterricht. In den Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss wird zu Beginn die besondere Aufgabe des Faches mit Hinblick auf *Komplexe Systeme* beschrieben:

„Diesen Zielen folgend erhalten die Schülerinnen und Schüler im Geographieunterricht die Möglichkeit, Wechselwirkungen zwischen Natur und Gesellschaft (Wirtschaft, Politik, Soziales) an ausgewählten Raumbeispielen zu erkennen, die daraus resultierenden Strukturen, Prozesse und Probleme zu verstehen und Problemlösungen anzudenken. Dazu ist zum einen ein Verständnis des Systems Erde, also der verschiedenen natürlichen Systeme und Teilsysteme der Geosphäre erforderlich. Damit ist die Geographie auch Zentrierungsfach der schulrelevanten Inhalte aller Geowissenschaften. [...] Mit diesem allgemeingeographischen Ansatz trägt der Geographieunterricht in besonderem Maße dazu bei, ein mehrperspektivisches, systemisches und problemlösendes Denken zu fördern“ (DGfG, 2014: 6).

Ein zentraler Gegenstand der Geographie als Fachwissenschaft sind Mensch-Umwelt-Systeme, woraus sich im Schulfach Geographie das Haupt-

Komplexe
Systeme
in den
Bildungs-
standards

basiskonzept *Systemkonzept* gründet. Dem Systemkonzept sind die Systemkomponenten Struktur, Funktion und Prozess zugeordnet sowie die Maßstabsebenen lokal, regional, national, international und global. Weiter wird nach den human- sowie naturgeographischen Mensch-Umwelt-Systemen unterteilt.

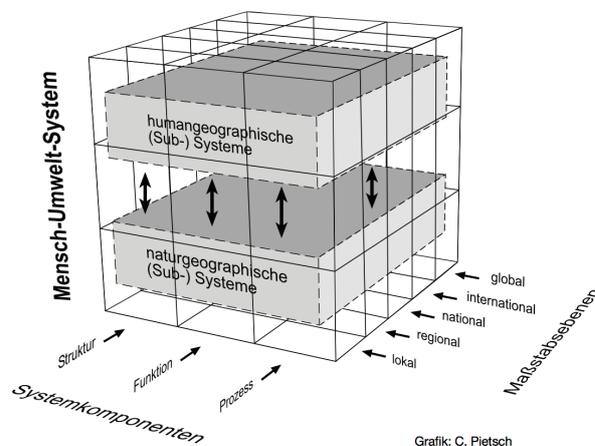


Abbildung 3.9: Basiskonzepte der Analyse von Räumen, Quelle: DGfG, 2014: 11

Geographische Systeme können in dem Modell (vgl. Abbildung 3.9) verortet werden. Dieses Konzept ist grundlegend für den systemischen Wissensaufbau im Geographieunterricht. Obwohl es sich nicht um ein verbindliches Dokument handelt, dienen die Bildungsstandards der Orientierung für die Gestaltung des Geographieunterrichts. Das hat zur Folge, dass sich in einigen Bereichen des Fachwissens Aspekte des Mensch-Umwelt-Systems wiederfinden, zum Beispiel aus dem Bereich Fachwissen *F4 Fähigkeit, Mensch-Umwelt-Beziehungen in Räumen unterschiedlicher Art und Größe zu analysieren* (vgl. DGfG, 2014: 15). Zusätzlich werden *Komplexen Systemen* mit Hilfe des Basiskonzept „*Systemkompetenz*“ (vgl. DGfG, 2014) eine hohe Relevanz attestiert.

Nachdem gezeigt wurde, dass *komplexe* Sachverhalte Inhalt des Geographieunterrichts sind, stellte sich die Frage, wie diese konkret umgesetzt werden. Die Systemkompetenz nach Rempfler & Uphues (2010; 2011; 2014) zeigte ein Stufenmodell und erste empirische Ergebnisse dazu. Jedoch schienen diese Ergebnisse nach der fachwissenschaftlich übergreifenden Untersuchung und mit Hinblick auf die Modellierung von Sachverhalten als *Komplexen Systemen* nur einige Aspekte zu berücksichtigen und weniger Aspekte der *Systemorganisation* und der *raumzeitlichen Dynamik* (vgl. Rempfler & Uphues, 2010; 2011; 2014). Aus diesem Grund wurde ein *KSM* entwickelt, das weitere Aspekte der Perspektive von *Komplexen Systemen* beinhaltet.

Seit ungefähr einer Dekade stehen Kompetenzen im Fokus der Didaktik (vgl. Klieme et al., 2003), so auch in der Geographiedidaktik. Der Kompetenzbegriff in der Geographiedidaktik stützt sich vor allem auf

Systemkompetenz

Erich Weinerts Definition: Kompetenzen sind „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen (die willentliche Steuerung von Handlungen und Handlungsabsichten) und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2001: 27). Die Fokussierung auf Kompetenzen, statt Lernziele fand genauso in die Bildungsstandards wie Lehrpläne als auch in die Schulbücher Eingang. So sind die Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss in sechs Kompetenzbereiche aufgeteilt (DGfG, 2014). Aus diesem Grund ist auch das nachfolgende *KSM* kompetenzorientiert und stellt diese in die fachdidaktische Untersuchungsperspektive.

Das von der Autorin entwickelte *KSM* basiert auf den Untersuchungsergebnissen von *Komplexität*, *System* und *Komplexe Systeme* und dem daraus entwickelten *MKS* (vgl. Abbildung 3.7). Zusätzlich wird das Charakteristikum von Mensch-Umwelt-Systemen, das heißt der Einfluss von menschlich induzierten und von naturräumlich induzierten Aspekten auf den Raum in unterschiedlichen Maßstabsebenen berücksichtigt (vgl. Abbildung 3.9). Der Ansatz, der mit dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) verfolgt wird, bietet eine geographiespezifische verbindende Perspektive auf ein komplexes Mensch-Umwelt-System.

Daraus ergeben sich die drei Kategorien eines *Komplexen Systems*: *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik*, die entsprechend des *MKS* (vgl. Abbildung 3.7) koloriert sind.

Das *KSM* enthält vier Stufen, wobei die höchste Stufe, den höchsten Grad der Kompetenz beschreibt. Die Stufen bauen aufeinander auf, das heißt die Schüler*innen durchlaufen das *KSM* und erreichen mit höherer Stufe eine zunehmende Kompetenz. Die drei Kategorien mit ihren jeweiligen Unterkategorien sind wie im *MKS* (vgl. Abbildung 3.7) voneinander abhängig. In den verschiedenen Kompetenzstufen werden die verschiedenen Unterkategorien unterschiedlich stark dargestellt, wobei mit zunehmender Kompetenzstufe immer mehr Unterkategorien dargestellt werden. Die Kategorie *Elemente* besteht aus den Unterkategorien *Akteure*, *Faktoren* und *Vernetzungsgrad*. *Elemente* bildet die Basis, weshalb diese bereits in den niedrigen Kompetenzstufen erreicht werden muss. Die Unterkategorien *Akteure* und *Elemente* sind die Voraussetzung für die Unterkategorie *Strukturen* und damit weniger komplex, weshalb *Strukturen* in den Kompetenzstufen gesondert betrachtet wird. Die zweite Kategorie *Vernetzungsgrad* besteht aus den Unterkategorien *Systembeziehungen*, wobei diese nach dem *MKS* (vgl. Abbildung 3.7) in *lineare*, *kausale* und *korrelierte Systembeziehungen* unterteilt ist. In der dritten Kompetenzstufe müssen Schüler*innen aufgrund der hohen Komplexität von *kausalen* und *korrelierten Systembeziehungen* (vgl. Abbildung 3.7) diese darstellen. Ähnlich verhält es sich mit der Unterkategorien *Selbstorganisation*, *Selbststabilisierung*, *Selbstregulation* sowie *Ganzheitlichkeit*

Kompetenzstufenmodell:
Komplexe Systeme

und *Hierarchisierung*. Erst in der dritten Kompetenzstufe müssen diese dargestellt werden und in der vierten und höchsten Kompetenzstufe muss die Unterkategorie *Selbstorganisation*, *Selbststabilisierung*, *Selbstregulation* zusätzlich erläutert werden. Die erste und zweite Kompetenzstufe unterscheiden sich in der Kategorie *Vernetzungsgrad* nur durch den Verweis auf *lineare Systembeziehungen* die dritte und vierte Kompetenzstufe durch die verstärkte Darstellung von *kausalen* und *korrelierten Systembeziehungen* sowie die Erläuterung der Unterkategorie *Selbstorganisation*, *Selbststabilisierung*, *Selbstregulation*.

Gruppe	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Elemente Akteure, Faktoren, Strukturen	SuS etikettieren eine geringe Anzahl von Akteuren, Faktoren und Strukturen des Systems. SuS benennen keine Substrukturen.	SuS etikettieren einige Akteure, Faktoren und Strukturen des Systems. SuS benennen einige Substrukturen.	SuS etikettieren viele wesentliche Akteure Faktoren und Strukturen des Systems. SuS benennen einige Substrukturen.	SuS etikettieren eine hohe Anzahl der wesentlichen Akteure, Faktoren und Strukturen des Systems. SuS benennen Substrukturen.
Vernetzungsgrad Systembeziehungen	SuS verweisen auf keine Systembeziehungen.	SuS verweisen auf lineare Systembeziehungen.	SuS verweisen überwiegend auf lineare Systembeziehungen, vereinzelt auch auf kausale oder korrelierte.	SuS verweisen neben linearen Systembeziehungen auf kausale oder korrelierte Systembeziehungen.
Selbstorganisation, Selbststabilisierung, Selbstregulation	SuS stellen keine Selbstorganisations-, Selbststabilisierungs- und Selbstregulationsprozesse dar.	SuS stellen keine Selbstorganisations-, Selbststabilisierungs- und Selbstregulationsprozesse dar.	SuS stellen Selbstorganisations-, Selbststabilisierungs- und Selbstregulationsprozesse dar.	SuS stellen Selbstorganisations-, Selbststabilisierungs- und Selbstregulationsprozesse dar und können diese erläutern.
Ganzheitlichkeit	SuS zeigen nicht die Ganzheitlichkeit des Systems.	SuS zeigen nicht die Ganzheitlichkeit des Systems.	SuS zeigen die Ganzheitlichkeit des Systems.	SuS zeigen die Ganzheitlichkeit des Systems.
Hierarchisierung	SuS arbeiten die Vernetzung innerhalb des Systems nicht heraus und nennen keine Hierarchisierung.	SuS arbeiten die Vernetzung innerhalb des Systems nicht heraus und nennen keine Hierarchisierung.	SuS arbeiten die starke Vernetzung innerhalb des Systems heraus und benennen die Hierarchisierung.	SuS arbeiten die starke Vernetzung innerhalb des Systems heraus und benennen die Hierarchisierung.
Raumzeitliche Dynamik Organisationsprozesse in zeitlicher und räumlicher Entwicklung	SuS beschreiben keine Organisationsprozesse in der zeitlichen Entwicklung sowie in der räumlichen Ausbreitung.	SuS beschreiben Organisationsprozesse in der zeitlichen Entwicklung oder in der räumlichen Ausbreitung.	SuS beschreiben Organisationsprozesse in der zeitlichen Entwicklung sowie in der räumlichen Ausbreitung.	SuS beschreiben Organisationsprozesse in der zeitlichen Entwicklung sowie in der räumlichen Ausbreitung.
potenzieller Schmetterlingseffekt	SuS beschreiben keine Dysbalance zwischen lokalen Impulsen und globalen Auswirkungen.	SuS beschreiben keine Dysbalance zwischen lokalen Impulsen und globalen Auswirkungen.	SuS beschreiben keine Dysbalance zwischen lokalen Impulsen und globalen Auswirkungen.	SuS beschreiben Dysbalance zwischen lokalen Impulsen und globalen Auswirkungen.
Irreversibilität	SuS benennen die Irreversibilität des Systems nicht.	SuS benennen die Irreversibilität des Systems nicht.	SuS benennen die Irreversibilität des Systems nicht.	SuS benennen die Irreversibilität des Systems.
Zusammenwirken von Systemelementen	SuS beschreiben keine Folgen aus dem Zusammenwirken von Systemelementen.	SuS beschreiben keine Folgen aus dem Zusammenwirken von Systemelementen.	SuS beschreiben die Folgen aus dem Zusammenwirken von Systemelementen, z. B. das Herausbilden von neuen Strukturen (Emergenz).	SuS beschreiben die Folgen aus dem Zusammenwirken von Systemelementen, z. B. das Herausbilden von neuen Strukturen (Emergenz).
Offenheit des Systems	SuS analysieren die Offenheit des Systems nicht.	SuS analysieren die Offenheit des Systems nicht.	SuS analysieren die Offenheit des Systems.	SuS analysieren die Offenheit des Systems.

Abbildung 3.10: Kompetenzstufenmodell zur Darstellung Komplexer Systeme (KSM), Quelle: eigene Darstellung

So nimmt mit zunehmender Kompetenzstufe die Kategorie *Vernetzungsgrad* in seinen Unterkategorien an Komplexität zu und erwartet so von den Schüler*innen eine detailliertere Darstellung.

Die dritte Kategorie *Raumzeitliche Dynamik* ist die schwierigste Kategorie und wird erst in der vierten und höchsten Kompetenzstufe komplett realisiert. Sie besteht aus den Unterkategorien *Organisationsprozesse in zeitlicher und räumlicher Entwicklung*, *potenzieller Schmetterlingseffekt*, *Irreversibilität*, *Zusammenwirken von Systemelementen* und *Offenheit des Systems*. In der ersten Kompetenzstufe wird aufgrund der hohen Komplexität noch keine Darstellung in dieser Kategorie erwartet. In der zweiten Kompetenzstufe muss die Darstellung in der Unterkategorie *Organisationsprozesse in zeitlicher und räumlicher Entwicklung* durch zeitliche oder räumliche Entwicklungsprozesse gezeigt werden. In der dritten Kompetenzstufe müssen zusätzlich die Irreversibilität des *Komplexen Mensch-Umwelt-Systems* sowie die Offenheit des Systems präsentiert werden. Erst in der höchsten Kompetenzstufe müssen alle Unterkategorien in ihrer Gänze realisiert sein.

Eine Verdeutlichung des *KSM*'s als Instrument wird in der Abbildung 3.11 illustriert. Hier wird durch eine numerische Darstellung die Besetzung der Kompetenzstufen deutlich, wobei dieses vereinfachte Modell ausschließlich bei Kenntnis des ausführlichen *KSM*'s angewendet werden kann. Im Sinne der didaktischen Reduktion werden einige Aspekte zusammengefasst. Trotzdem handelt es sich hier um ein ausführliches *KSM*, dass im folgenden Kapitel durch eine empirische Untersuchung überprüft wird.

Gruppe	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Elemente		+ 2	+ 3	+ 4
Akteure, Faktoren, Strukturen	+	+ 2	+ 2	+ 2
Vernetzungsgrad				
Systembeziehungen		+	+ 2	+ 2
Selbstorganisation, Selbststabilisierung, Selbstregulation			+	+
Ganzheitlichkeit			+	+
Hierarchisierung			+	+
Raumzeitliche Dynamik				
Organisationsprozesse in zeitlicher und räumlicher Entwicklung		+	+ 2	+ 2
potenzieller Schmetterlingseffekt				+
Irreversibilität			+	+
Zusammenwirken von Systemelementen			+	+
Offenheit des Systems				

Abbildung 3.11: vereinfachtes Kompetenzstufenmodell zur *Darstellung Komplexer Systeme (KSM)*, Quelle: eigene Darstellung

4 Argumentationen

We don't have an Archimedean point; we always speak the language of time and place; but the rightness and wrongness of what we say is not just for a time and a place.

Hilary Putnam

Argumentationen haben eine hohe gesellschaftliche Bedeutung. So sind Argumentationen wichtig für Entscheidungsfindungen, für die Darlegung von Überzeugungen, eine Möglichkeit der friedlichen Konfliktlösung, ein Mittel der wissenschaftlichen Erkenntnis und nicht zuletzt ein Grundprinzip der Demokratie (Budke et al., 2015: 9-12).

Das folgende Kapitel erläutert nach einer Einführung in die Begriffe Argument, Argumentation, Argumentationskompetenz und einer Klassifizierung von Argumenten und Argumentationen Gütekriterien für eine Argumentation. Anschließend wird das Kompetenzstufenmodell zur Argumentationskompetenz vorgestellt. Das Ziel des Kapitels ist, eine Synthese von Argumentation und *Komplexen Systemen* vorzustellen, wobei die gegenseitige Einflussnahme im Mittelpunkt steht. Das geschieht vornehmlich im letzten Kapitel.

4.1 Argumente, Argumentation, Argumentationskompetenz - eine didaktische Perspektive

Im folgenden Kapitel wird zunächst die Entwicklung der Argumentationstheorie skizziert, um anschließend die aktuelle Bedeutung hervorzuheben. Anschließend werden die Begriffe Argument sowie Argumentation definiert und die Bedeutung der Argumentation in der Schule erläutert.

Argumentation ist nach Kopperschmidt (2000: 8) ein soziokulturelles Artefakt, welches als gesellschaftliche Kulturleistung Gewalt durch Vernunft abgelöst habe. Bereits in der griechischen Antike war Argumentation eine wesentliche Fähigkeit des freien Bürgers, um sich in der

geschichtlicher
Abriss

Demokratie zu beteiligen. Die Schriften von Platon und Aristoteles zeigen die Bedeutung von Argumentation (Vgl. Wohlrapp, 1995: 12), die in der Herausbildung der Rhetorik mündete. Nach einer Zeit der Vernachlässigung im Mittelalter wird die Beschäftigung mit Argumentation in der Renaissance (vgl. Wohlrapp, 1995) mit Vertretern wie Descartes, Locke, Bacon und Leibniz wiederbelebt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts verstand Piaget Argumentation als Verständigung zwischen den individuellen Konstruktionen, wobei jedes Individuum sich seine eigene Realität konstruiert. In der Weiterführung von Platons logikgestütztem Ansatz entwickelte u.a. Stephen E. Toulmin ein Strukturmodell zur Argumentation (1958, 1996). Damit steht seit Mitte des 20. Jahrhunderts mit Toulmin, Perelman, Olbrecht-Tyteca und Wohlrapp die Struktur vor der Logik in der Argumentationstheorie.

Argumentationen sind zeit- und ortsübergreifend (vgl. Eingangsmotto). Eine gute Argumentation beziehungsweise ein gutes Argument sind Grundpfeiler einer diskussionsbasierten und konsenssuchenden Gesellschaftsordnung (vgl. Budke et al., 2010/2012). „*Argumentation ist die zentrale demokratische Kulturtechnik zur friedlichen und gleichberechtigten Koordination widersprüchlicher Interessen*“ (Kopperschmidt, 2000: 60). Nach Kopperschmidt bedeutet Argumentation: „*Beweisführung, Darlegung der Argumente, Begründung*“ (1995: 86). Dies ermöglicht uns den Perspektivwechsel in eine Intersubjektivität und gemeinsame Kommunikation und letztlich ein friedliches Miteinander. Darüber hinaus kann in der Frage nach einem guten Argument „*die zeitgenössische Version der Frage nach der Vernunft*“ (Wohlrapp, 1995: 28) gesehen werden.

aktuelle Bedeutung von Argumentation

Nachfolgend werden die der Arbeit zugrunde liegenden Definitionen von Argument und Argumentation vorgestellt, um die Argumentationskompetenz als Realisierung in der Schule anzuschließen. Ein Argument ist ein „*äußerst komplex strukturierter, zusammengesetzter Typ sprachlichen-kommunikativen Handelns, der sich im Text durch Operationstypen realisiert, die u.a. als Beweisverfahren in die Textproduktion integriert sind und das Argumentieren wesentlich konstituieren*“ (Hannken-Illjes, 2004: 22). Ein Argument besteht immer aus mehreren Sätzen (Kramer, 2009), welche den semantischen Kern als Funktionsträger einer Argumentation bilden (vgl. Kopperschmidt, 2000: 59). Wohlrapp sieht in Argumenten „*prämissengestützte Konklusionen*“ (1995: 283), welche die Argumentation bilden.

Definition Argument

Argumentationen dienen dazu, Behauptungen zu begründen oder Entscheidungen zu rechtfertigen. Argumentationen sind in der Regel dialogisch (vgl. Duschl, 2002: 55) und richten sich an einen bestimmten Adressaten. Aus diesem Grund müssen sie wie andere sprachliche Handlungen verständlich sein (Kopperschmidt, 2000: 60). Sie sind eine soziale, intellektuelle sowie verbale Handlung (vgl. van Eemeren, 1985) mit dem Ziel der Überzeugung oder des Konsenses über ein spezifisches Problem

Definition Argumentation

beziehungsweise einen Konflikt (vgl. Hannken-Illjes, 2004: 22, Krech et al. 1991: 152). Alle Aspekte können verschieden gewichtet sein. So kann eine Argumentation der sozialen Selbstbehauptung dienen (Rösch, 2009: 249; Kopperschmidt, 2000: 10) oder *“als demokratischer Transformationsmodus“* (Petrik, 2007: 108) fungieren. Auch wenn der Konsens angestrebt wird, können *„argumentative Auseinandersetzungen [...] selbst dann sinnvoll [sein], wenn kein Konsens erzielt werden kann, sie zwingen zum Nachdenken [und] machen die Vorläufigkeit von Entscheidungen bewusst“* (Rösch, 2009: 251). Wesentliche Voraussetzung für Argumentationen sind ein strittiger Punkt, an dem sich der Dissens entzünden muss, die Notwendigkeit, den Dissens zu lösen, zum Beispiel durch sozialen Druck, und das in Argumenten fundierte Wissen, das zum Konsensstreben führt (Rösch, 2009: 250; Hannken-Illjes, 2004: 14; Lueken, 1995: 385).

Die Argumentationstheorie beschäftigt sich mit der elementaren Funktion des Argumentierens im Kontext sozialen Zusammenlebens. Komplexe Voraussetzungen bilden die Grundlage für die Fragen:

- Wie wird argumentiert?
- Was macht Argumentieren erfolgreich?
- Welches Prinzip liegt der Argumentation zugrunde?

Die Argumentationstheorie ist traditionell in der Vernunftphilosophie verankert und begründet sich nach dem habermasschen Konzept der Verfahrensrationalität als Begründungsrationalität beziehungsweise als Argumentationsrationalität im Sinne der Diskurstheorie (Kopperschmidt, 2000: 14; Foucault, 1991; Habermas, 1981). Das heißt, etwas ist nur vernünftig, *„was sich erfolgreich mit Gründen oder überzeugungskräftigen Argumenten behaupten [lässt] oder intersubjektiv konsensfähig [ist]“* (Kopperschmidt, 2000: 18). Es ergeben sich aus dieser Betrachtung verschiedene Typologisierungen von Argumenten. Wichtige Vertreter dieser Argumentationstheorie sind Perelman, Toulmin, Habermas oder Apel. Bourdieu (1982) verstand in seiner Kulturtheorie Argumentationen als symbolisches Kapital des Habitus-Trägers, was entscheidend für deren Funktion in der Gesellschaft ist. Argumentationen sind Machtressourcen zur Darstellung der eigenen wirtschaftlichen, politischen, ökologischen oder sozialen Interessen (Budke et al., 2010).

Argumentationen sind eng an den Bildungsgedanken gekoppelt, da sie zur Reflexion und zum In-Frage-Stellen von Meinungen und Wissen zwingen (Hannken-Illjes, 2004: 9). Aufgenommen wird Argumentation im Bildungskontext unter anderem durch die Argumentationskompetenz. In der Argumentationskompetenz sind kognitive, soziale, sprachliche und kommunikative Lernprozesse miteinander verknüpft. In den *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss* sind Ar-

Argumentations-
theorie

Argumentationen
im Unter-
richt

gumentationen im Kompetenzbereich *Kommunikation* (DGfG, 2014: 22) verankert und erhalten somit eine zentrale Rolle im Geographieunterricht (dazu ebenfalls Budke et al., 2010, 2012; Kuckuck, 2014). Im Deutschunterricht werden Argumentationen als spezifische Teilkompetenzen der Sprachkompetenz definiert. Argumentation sind in jedem Schulfach seit der Bildungsreform nach dem „PISA-Schock“ 2000 eine grundlegende Kommunikationskompetenz (vgl. Budke et al., 2015: 12). Fächerübergreifend dienen Argumentationen unter anderem zur Meinungsäußerung, als Möglichkeit, einen Perspektivwechsel zu erlangen, und der Schulung weiterer kommunikativer Fähigkeiten. Insgesamt hat Argumentation eine ausgeprägte Bedeutung im Unterricht, wobei es Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Fächern gibt (vgl. Budke et al., 2015: 14f.). Argumentationen sind in Bildungscurricula auf die ein oder andere Weise dem Bereich Kommunikation zugeordnet. Auf dieser Grundlage sind Argumentationen ein „*gegenseitiges Mittel von Wissen und Erkenntnissen in einer Face-to-Face-Situation*“ (vgl. Brinker et al., 2000) und im Kern dialogisch (vgl. Kramer, 2009). Zurückzuführen ist das auf den Ursprung des Begriffs kommunikative Kompetenz in der Transformationsgrammatik Chomskys (1971). Weiter ist zu unterscheiden, ob es sich um mündliche oder schriftliche Argumentation handelt. Im Folgenden wird aufgrund der Fragestellung die schriftliche Argumentation fokussiert.

Argumentationen bieten im Unterricht die Möglichkeit

Potenzial

- zur diskursiven Meinungsbildung und -äußerung (bspw. Karg, 2007; Feilke, 2008),
- zum epistemischen Schreiben (bspw. Aufschnaiter, 2005; Fleischhauer, 2008),
- Lernprozesse auszulösen und sichtbar zu machen (bspw. Becker-Mrotzek, 2009),
- im Sinne des wissenschaftlichen Argumentierens zur Entwicklung einer wissenschaftlichen Herangehensweise (bspw. Aufschnaiter, 2005),
- Informationen zu verknüpfen,
- neue Erkenntnisse durch Verknüpfung herauszubilden,
- Verläufe und Entwicklungen der Denkopoperationen sichtbar zu machen (bspw. Rösch, 2009; Wohlrapp, 1995) sowie
- sprachliche Kompetenzen zu fördern (Hannken-Illjes, 2004; Rösch, 2009).

Im Gegensatz zur Definition von Argumentationen sind diese in der Schule häufig monologisch (Kopperschmidt, 1995: 87) in besonderen Textsorten, wie zum Beispiel Debattenbeitrag, Rezension, forensisches Plädoyer, wissenschaftlicher Aufsatz u.a.. Aus diesem Grund muss in der Schule der Adressat expliziert werden. *„Sowenig sich Vernunft bzw. Vernünftigkeit monologisch reklamieren lässt, ohne zugleich den originären Sinngehalt von Vernunft zu dementieren, sowenig ist Argumentieren eine monologisch durchführbare Prozedur. Argumentieren hat vielmehr immer die anderen zu Adressaten, weshalb auch nur die anderen beurteilen können, ob eine Argumentation ihrem Selbstanspruch gerecht wird, nämlich überzeugungskräftig ist“* (Kopperschmidt, 2000: 19).

Weitere Fähigkeiten zum Argumentieren sind neben der eigentlichen Fähigkeit und dem Wissen, wie eine Argumentation aufgebaut ist *„Mut, Verbindlichkeit, Zweifel, Urteilsfähigkeit, Einfallsreichtum, Kreativität, Perspektivenübernahme, Begriffsanalyse, Einsatz sprachlicher und nicht-sprachlicher Mittel, Abwehr unfairer Taktiken und Rücksichtnahme“* (Rösch, 2009: 252). Argumentationen sind also hoch komplexe soziale Handlungen im Unterricht mit entsprechend viel Potenzial, weshalb neben individueller Argumentationsfähigkeit auch individuelle Argumentationsbereitschaft notwendig ist (Kopperschmidt, 1995: 52; Hofer, 2003: 809; Becker-Mrotzek & Voigt, 2001: 97). Im Sinne der Stärkung von Schreibprozessen in der Schule ist es wesentlich, dass Argumentation als Handlung verstanden wird. Die hohe Aktivität, die beim Argumentieren geleistet werden muss, unterstützt die Potenziale der Argumentation. Studien zeigen, dass Argumentationen separat thematisiert werden sollten, um die Entwicklung von argumentativen Fähigkeiten signifikant zu fördern (Hannken-Illjes, 2004: 59; Studie von van Eemeren, Grootendorst und Meuffels, 1989).

Dieser Arbeit wird ein pragmatischer Argumentationsbegriff zugrunde gelegt, das heißt eine Argumentation wird als erfolgreich gewertet, wenn sie in sich schlüssig ist. Da es sich in den untersuchten Argumentationen um schriftliche handelt, werden besonders die Argumentationsstrategien und -klassen fokussiert. Daraus ergibt sich eine Untersuchung der Textstruktur der Argumentation nach dem Vorbild von Feilke & Beier (2013: 122), die aus verschiedenen Teilstrukturen besteht. Feilke & Beier (2013) unterteilen in drei Teilhandlungen:

- Positionieren,
- Modalisieren und
- Konzedieren.

Nach dem Positionieren des eigenen Standpunktes folgt mit dem Modalisieren *„das Variieren der Geltungsansprüche für eigene Behauptungen und Urteile“* (Feilke & Beier, 2013: 122) und schließt durch das Kon-

zedieren mit der „*Integration möglicher Argumente des Anderen in die eigene Argumentation*“ (ebd.). Diese Teilprozesse werden im Folgenden im Modell Toulmins strukturiert.

Zusammenfassend zeigt dieses Kapitel nach der Begriffsklärung von Argument und Argumentation die Bedeutung der Argumentation als komplexe Sprachhandlung in der Schule, die einer bestimmten Struktur entsprechen muss.

4.2 Klassifizierung von Argumenten und Argumentationen

Im Sinne einer strukturierten Untersuchung von Argumentationen wurden verschiedene Modelle entwickelt, von denen im folgenden Kapitel eine Auswahl dargestellt wird. Anschließend werden zur weiteren Kategorisierung verschiedene Argumentklassen mit Hilfe geographischer Beispiele erläutert.

Ein in der Geographiedidaktik einflussreiches Modell zur Klassifizierung von Argumenten ist das Modell nach Toulmin (1958, 1996; 2003). Es geht von einem dekontextualisierten Weg der Argumentationen aus (Driver, 2000: 294) und stellt die Struktur in den Mittelpunkt der Betrachtung. Mit Hilfe des Modells kann eine Argumentation auf formale Vollständigkeit überprüft werden. Toulmin entwickelte sein Modell zur Argumentation fortwährend weiter. Das Modell beinhaltet sechs Basis-konzepte (vgl. Toulmin, 1996: 88f.):

- data (Fakten oder Meinungen, die zum claim führen),
- claim (die Konklusion, die erreicht werden soll),
- warrant (die generelle Beziehung zwischen data und claim),
- backing (Informationen, welche die warrant unterstützen),
- qualifier (ein Schätzwert für den Grad der Gewissheit einer Schlussfolgerung) und
- conditions of rebuttal (eine mögliche Einschränkung, welche das Argumentationsfeld in Bezug zur Konklusion einschränken könnte).

Zusätzlich gehört zur grundlegenden Argumentationsstruktur ein bestimmter gesellschaftlicher Kontext und die Strittigkeit der Behauptung (Budke et al., 2010). Es existieren neben dem strukturellen Ansatz von Toulmin weitere Ansätze (u.a. Kienpointer, 1992; Kopperschmidt, 2000).

Modell Argu-
mentation

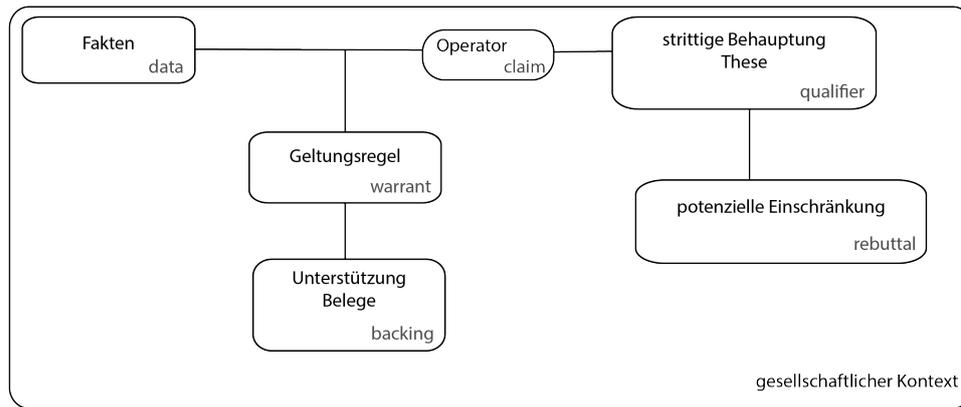


Abbildung 4.1: Darstellung des Argumentationsmodell nach Toulmin, Quelle: eigene Darstellung nach Toulmin (1996)

Im Sinne des Argumentationsmodells lassen sich Argumentationen nach dem von Budke & Uhlenwinkel (2011: 118) entwickelten Bewertungsschema nach Vollständigkeit, Komplexität, Relevanz, Gültigkeit, Eignung sowie Adressatenbezug bewerten. Neben dem strukturellen toulminischen Ansatz gibt es noch den normativen Ansatz zur Überprüfung von Argumentationen. Dieser Ansatz für mündliche Argumentation verknüpft sprechakt- und argumentationstheoretische Konzepte. Die kritische Diskussion mit der Konfrontationsphase, Eröffnungsphase, Argumentationsphase und Abschlussphase sind Elemente des Ansatzes (vgl. Becker-Mrotzek, 2009). Vertreter sind zum Beispiel van Eemeren & Grotendurst (1992).

Beim Argumentieren bezieht man sich auf andere Aussagen, zur rationalen Anerkennung beziehungsweise zur Bestreitung der betreffenden Aussage führen sollen (Kopperschmidt, 2000: 55). Daraus gründen sich verschiedene Argumentklassen. Klassifiziert sind diese nach Name, Beschreibung, Charakterisierung der Struktur, den an das Argument zu stellenden Fragen sowie einem geographischen Beispiel in den Abbildungen 4.5 - 4.3 und allgemeine Beispiele im Text zur Darstellung des Schemas. Die Argumente lassen sich in folgende Arten ordnen:

Argumentklassen

- Grundlagenargument,
- vergleichendes Argument,
- Argument durch den Bezug auf eine Person,
- Beziehungsargument,
- Argument durch Kontextbildung,
- Argument durch Inbeziehungsetzen,



Abbildung 4.2: 1. Teil der Argumentenklassen, Quelle: eigene Darstellung nach Walton, 1992, 1996, 2004, 2008; van Eemeren & Grootendorst, 1987, 1992; Kienpointer, 1992

- Argument durch Einordnung,
- Argument durch Vergeudung und
- Argument durch Ignoranz

(Walton, 1992, 1996, 2004, 2008; van Eemeren & Grootendorst, 1987, 1992; Kienpointer, 1992).

Das *Grundlagenargument* wird sehr häufig verwendet. Ausgehend von etwas Beobachtetem wird innerhalb dieses Arguments davon ausgegangen, dass eine Korrelation zwischen den in der Argumentation verwendeten Elementen besteht. Die Stärke der Korrelation muss absolut sein, um als Argument zu fungieren.

Sprachlich zeigt sich das am deutlichsten durch einfache wenn-dann-Konstruktionen. Die Fragen *Wie stark ist die Korrelation zwischen den signifikanten Beweisen? Und existieren andere Effekte, die für den Beweis reliabler sind?* überprüfen diese Argumentenart. Ein geographisches Beispiel für diese Argumente ist das Verhältnis von zunehmender Bevölkerungszahl und der Notwendigkeit einer angepassten Infrastruktur (vgl. Abbildung 4.5).

Die Kategorie des *vergleichenden Arguments* wird ebenso häufig genutzt (Walton, 1996: 50). Besonders ist, dass nicht die Anzahl der Beispiele für das Argument spricht, sondern wie typisch es für den Beweis ist. Folglich spielt die Generalisierbarkeit des Arguments eine wesentli-

Grundlagen-
argument

vergleichendes
Argument

che Rolle. Die strengste Form ist eine universale Generalisierung, die eine absolute Abhängigkeit der Faktoren in der Argumentation beschreibt. Diese strenge Art der Generalisierung ist besonders anfällig für Kritik, da das Argument durch ein einziges Beispiel gänzlich widerlegt werden kann. Eine gemäßigte Anwendung eines Beispiels erfolgt durch die probabilistische Generalisierung, die eine hohe Anzahl an Beispielen für das Argument als ausreichend erklärt sowie die wahrscheinliche Generalisierung, die eine annehmbare Menge als ausreichend erklärt. Hier stellt sich die Frage, was eine ausreichende beziehungsweise annehmbare Menge an Beweisen ist. Die schwächste Stufe des Arguments ist die anfechtbare Generalisierung, welche die Frage stellt, wie typisch das Beispiel für das Argument tatsächlich ist. Zu beachten bleibt, dass nicht jede Verwendung eines Beispiels auch die Verwendung eines Arguments bedeutet. Häufig dient ein Beispiel der Illustration und nicht der Argumentation. Die zu überprüfenden Fragen der Argumentenart beschäftigen sich mit der Tragfähigkeit des Beispiels, der Möglichkeit beziehungsweise Stärke der Generalisierung sowie der Haltbarkeit unter bestimmten Umständen. Eine weitere Möglichkeit in der Argumentklasse ist die Analogiebildung. Das ist besonders anschaulich und ermöglicht durch die Übertragung des Beispiels auf ein anderes Phänomen eine bildliche Darstellung. Wie zum Beispiel „*Zigarren sind so köstlich wie das Leben. Das Leben bewahrt man sich nicht auf. Man genießt es in vollen Zügen*“ (Artur Rubinstein). Der direkte Vergleich des Beispielfalls mit einem anderen soll direkte Schlüsse über das Beispiel zulassen.

Die dritte Argumentationsklasse ist das *Argument durch den Bezug auf eine Person*. Es bezieht sich entweder auf eine Person als Wissens- oder Informationsquelle oder thematisiert eine bestimmte Eigenschaft der Person. Es kann auf das Wissen und die Erfahrung eines Experten gestützt werden oder das Argument richtet sich an eine Person, die in einen Widerspruch zwischen ihren Handlungen und ihren Worten geraten ist. Dieses Argument wird als Vorwurf gegen eine Person verwendet. Von etwas Gesagtem ausgehend wird von der Person erwartet, dass sie dementsprechend handelt. Wenn dies nicht der Fall ist, muss zur Verwendung des Arguments überprüft werden, ob die Person tatsächlich widersprüchlich zum Gesagten handelt, und wenn ja, warum sie dies tut. Eine Redensart im Sinne dieses Arguments lautet: sich an die eigene Nase fassen. Ein ähnliches Argument mit abstrakter Ausrichtung bildet das *Ethische Argument*. Die Ausgangslage dieses Arguments bildet die Frage nach der Moral der argumentierenden Person, die Aufschluss über die moralische Qualität des Arguments geben soll. Ausgehend von der Beurteilung der Moral der Person, wird darauf geschlossen, ob die Behauptung und folglich das Argument moralisch oder unmoralisch sei. Die Fragen des Arguments beschäftigen sich neben der Moral der Person mit der Relevanz der Moral für den gegebenen Fall. Ein Beispiel für dieses Argumentationsmuster ist die Fabel Äsops *Vom Hirtenjunge und Wolf*, in der der Hirtenjunge mehrere Male aus Langeweile um Hilfe schreit

Argument
durch den
Bezug auf
eine Person

und ihm in einem tatsächlichen Notfall nicht mehr geglaubt wird, und er dem Wolf zum Opfer fällt. Ebenfalls ein Argument dieser Klasse ist das *Befangenheitsargument*. In diesem Argument wird der Person fehlende Unabhängigkeit, Befangenheit vorgeworfen, welche die Richtigkeit des Arguments in Frage stellt. Dieses Argument wirft dem Sprecher eine absichtliche Einengung auf nur eine Perspektive vor. Ein Beispiel für dieses Argumentationsschema sind Argumentationen im Rahmen von Lobbyarbeit und werden ähnlich verfolgt. So stellt sich die Frage, wie die Befangenheit bewiesen werden kann und ob es überhaupt problematisch ist, in diesem Kontext befangen zu sein.

Die nächste Argumentklasse ist das *Beziehungsargument*. Der Klasse inhärent ist der Verweis des Arguments auf mögliche kausale oder korrelierte Relationen zwischen dem Argument und außerhalb stehenden Elementen, durch welche das Argument begründet wird. Das Argument vom Beweis zur Hypothese ist eine häufige Vorgehensweise in der Wissenschaft. Ausgehend von einer Beobachtung wird eine Hypothese entwickelt oder sich auf eine bereits bestehende Hypothese gestützt. Dieses Argument ist durch einen Gegenbeweis zu entkräften (Falsifikation), bis dahin wird von der Wahrheit dieser Hypothese ausgegangen. Wesentlich ist die Frage nach der Beziehung zwischen Beobachtung und Hypothese und ob andere Faktoren auszuschließen sind. Ein Beispiel aus der Menschheitsgeschichte ist der Wandel vom ptolemäischen Weltbild zum kopernikanischen.

Beziehungs-
argument

Die folgende Argumentklasse ist durch eine starke Kontextbindung geprägt. So können unter anderem durch das Anbinden an einen internen oder externen Kontext Konsequenzen aufgezeigt werden, die das Argument formen. Die Argumentklasse wird in öffentlichen und politischen Diskussionen verwendet. Mit Hilfe des Arguments werden mögliche Konsequenzen eines gerade zu entscheidenden Impuls genannt, die höchstwahrscheinlich eintreten werden und somit die Entscheidung über den Impuls bestimmen sollten. Wesentlich bei der Prüfung der Konsequenzen ist die Unterscheidung zwischen einer praktischen und einer logischen Schlussfolgerung, die ebenfalls eine Unterscheidung von Rhetorik und sozialen Betrachtungen ist. Fragen bei der Überprüfung des Arguments sind die Wahrscheinlichkeit der angedrohten Konsequenzen, die Frage nach noch anderen Konsequenzen und stützenden Beweisen der Behauptung. Ein Beispiel für diese Argumentklasse ist die Einführung der Praxisgebühr als Maßnahme zur Senkung der Krankenschreibungen. Weitere Beispiele dieser Klasse sind Argumente der etablierten Regel sowie Argumente durch Schaffung eines Präzedenzfalls. Beide Argumentationsschemata berufen sich auf eine etablierte und anerkannte Regel im Kontext der Argumentation (Beispiele: Gesetze oder Gesetzesänderungen).

Eine Sonderform dieser Klasse ist das *Argument durch Populismus*. Argumente dieser Art sind nicht reliabel, aber meist von größerer Wirkungs-

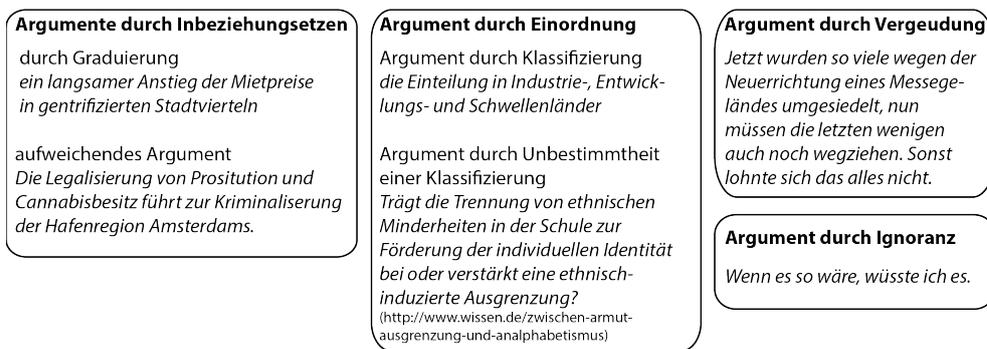


Abbildung 4.3: 2. Teil der Argumentenklassen, Quelle: eigene Darstellung nach Walton, 1992, 1996, 2004, 2008; van Eemeren & Grootendorst, 1987, 1992; Kienpointer, 1992

kraft, da sie sich auf die Wahrnehmung einer großen Mehrheit stützen. Aus diesem Grund ist die genauere Untersuchung der Mehrheit und deren Meinung wesentlich bei der Überprüfung dieses Arguments.

Argumente der Klasse *Argumente durch Inbeziehungsetzen* verweisen auf Ordnungssysteme, um die Bedeutung der Argumentation zu verdeutlichen.

Das *Argument durch Graduierung* bildet die definitorische Grundlage dieser Kategorie. In einem *Argument durch Graduierung* wird mit Hilfe kleinerer Argumentationsschritte die vorher inakzeptable Konklusion annehmbar. Ausgehend von einer ersten akzeptablen Bedingung wird die nächste sich kaum zu unterscheidende hervorgebracht, die im Rahmen der ersten Bedingung ebenfalls akzeptabel ist, woraufhin eine dritte Bedingung, die sich kaum von der zweiten unterscheidet, ebenfalls akzeptiert werden kann. Nach einigen Zwischenschritten gelangt man zur am Anfang nicht annehmbaren Konklusion, die mit den Zwischenschritten jedoch akzeptabel wird. Musterhaft ist eine stückweise Anhebung der Steuern, die durch eine schrittweise Anhebung verträglicher gemacht werden soll, in ihrer Gänze jedoch nicht von Anfang an akzeptiert worden wäre. In einer Sonderform dieses Arguments können die einzelnen Schritte ähnlich zur Konklusion hin graduiert werden, doch ist die Konklusion nicht annehmbar und deshalb wird dieses Argument häufig als Warnung vor den Folgen verwendet. Zum Beispiel wird bei einer Legalisierung des Cannabisbesitzes auf die Möglichkeit eines bevorstehenden ungebremsten Drogenkonsums verwiesen.

Eine wesentliche Unterkategorie der *Argumente durch Inbeziehungsetzen* bildet das aufweichende Argument, das mit anderen Schemata kombiniert werden kann. Der Kontext ermöglicht die schrittweise Akzeptanz der vorher als nicht annehmbar geltenden Konklusion. Dieses Argument geht ebenfalls von einer Graduierung mit mehreren Fällen aus, wobei die einzelnen Schritte nur schwierig unterschieden werden können, weshalb

Argumente
durch Inbeziehungsetzen

eine Ablehnung besonders schwierig ist.

In der Argumentklasse *Argument durch Einordnung* werden Argumente durch die Abgrenzung in klassifizierbaren Größen definiert. Das Argument durch Klassifizierung als Reinform fragt zunächst, ob das Beispiel tatsächlich der Träger einer bestimmten Eigenschaft ist, die durch den Kontext definiert werden kann. Die Klassifikation erfolgt vor allem durch die Abgrenzung des Beispiels gegenüber anderen Beispielen, die zwar ähnlich gelagert sein können, jedoch nicht identisch sind. Neben der Grundfrage, ob das Beispiel richtig zugeordnet ist, ist die Frage wesentlich, ob die Klassifikation über mehrere Instanzen haltbar ist. Die Abgrenzung kann in ihrer Stärke je nach Kontext variieren. So kann beispielsweise die Grenze für Wohlstand in unterschiedlichen gesellschaftlichen Kontexten beziehungsweise Ländern stark divergieren.

Argument
durch Ein-
ordnung

Das *Argument durch Vergeudung* verweist auf die Möglichkeit, alles verlieren zu können, wenn nicht weiter investiert wird. Exemplarisch ist das Spiel am Roulettetisch, wenn man bereits einiges verloren hat, aber aufgrund der Möglichkeit, doch noch gewinnen zu können und somit den Verlust wieder wett machen zu können, nicht aufhört. Ein anderes Beispiel ist eine Projektarbeit, die bereits über den geplanten Zeitraum hinaus läuft und noch nicht abgeschlossen ist. Es wurde bereits viel Zeit und Arbeit investiert, doch zum Abschluss bedarf es noch weiteres. Die Argumentklasse sieht in so einem Fall die Weiterverfolgung vor, um das bereits Investierte nicht zu verlieren. Es stellt sich die Frage nach dem Verhältnis von bisherigem Aufwand und möglichem Ergebnis. Genauer bedeutet das die Frage, ob die Möglichkeit einer Vollendung überhaupt besteht und ob das Ziel den Aufwand aufwiegen kann.

Argument
durch Ver-
geudung

Das *Argument durch Ignoranz* gründet sich zumeist aus fehlendem Wissen oder einer überfrühten Vermutung heraus und führt zu einer strikten Ablehnung des Vorherigen. Dieses Argument folgt vor allem einer negativen Logik, das heißt wenn etwas nicht bekannt ist, wird es auch nicht als wahr akzeptiert. Diese Ablehnung kann variieren von *da etwas nicht bekannt ist, muss es wahr sein* zu *da es keine Beweise gegen die Behauptung gibt, muss es wahr sein*. Die Argumentation erfolgt in einer spezifischen und sich abgrenzenden Domäne, die ein solches Argument trotz unzureichender Wissensbasis sehr wirkmächtig machen. Ein Beispielsatz aus dieser Art von Argumentation ist *Wenn es so wäre, wüsste ich es*.

Argument
durch Igno-
ranz

Die Argumentklassen sind Musterbeispiele. Das heißt Überschneidungen der verschiedenen Argumentklassen sind möglich (vgl. Kopperschmidt, 2000: 55). Resümierend kann mit Hilfe des Toulminschen Modells und der Kategorisierung von Argumentationsklassen die Argumentationsstruktur verschiedener Argumente ohne die Berücksichtigung von Abstufungen dargestellt werden.

4.3 Gütekriterien einer Argumentation

Zur Bewertung einer gelungenen Argumentation helfen übergeordnete Kriterien. Das folgende Kapitel stellt Gütekriterien vor, die bei einer Bewertung helfen können.

Toulmin stellt in seinem Modell die elementare Struktur eines guten Arguments zusammen (vgl. Kapitel 4.2). Walton (1996: 14) hebt zusätzlich heraus, dass Argumente kontextgebunden sind und die Diskussions-situation eine wesentliche Rolle spielt, was besonders aus der geographischen Perspektive wesentlich ist. Er entwickelt den Dreischritt zur Bewertung einer Argumentation: 1. Identifikation des Argumentationsschemas (vgl. Abbildung 4.1); 2. Relevanz; 3. Kontext überprüfen. Die Argumentation muss dem Kontext angemessen sein (vgl. Budke et al., 2010: 13), um das Ziel des Konsenses oder sogar eine Überzeugung zu sichern. Der Adressatenkreis ist ein Element des Kontextes, der die Anpassung der Argumentation fordert. Je nach Diskussionsart unterscheidet sich, was erlaubt ist und was als Argument zählt. Eine Argumentation steht im Spannungsfeld der Universalität des Arguments und der Lokalität des Kontextes (Lueken, 1995: 362). Diese Aspekte können im Kriterium Eignung zusammen gefasst werden.

Eine Argumentation muss neben der bestehenden Struktur, des Adressatenbezugs beziehungsweise Kontexts und der Eignung relevant für das Diskussionsthema und im Einzelnen gültig sein (vgl. Budke et al., 2010: 13; Wohlrapp, 1995: 94). Die Überprüfung kann anhand wissenschaftlicher Daten, durch Erinnerung an frühere Erkenntnisse oder durch Ad-hoc-Erkennen erfolgen. Im Idealfall ist in der Argumentation erkennbar, auf welches Erkenntnisprinzip sie fußt (Wohlrapp, 1995: 94). Diese Aspekte finden sich vor allem in den Belegen, der Geltungsregel und der potenziellen Einschränkung nach Toulmins Modell (Abbildung 4.1) wieder.

Zusammenfassend geben folgende Kriterien Auskunft über die Güte einer Argumentation (Abbildung 4.4).

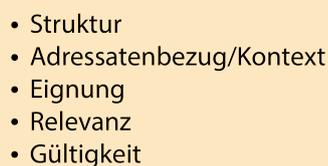
- 
- Struktur
 - Adressatenbezug/Kontext
 - Eignung
 - Relevanz
 - Gültigkeit

Abbildung 4.4: Gütekriterien einer Argumentation, Quelle: eigene Darstellung

Ein zentraler Aspekt der Argumentation ist die fachliche Angemessen-

heit und Richtigkeit der Argumentation (vgl. Budke et al. 2010/2011; Budke, 2012). Als philosophische Kategorie führte Habermas (1971) die Vernunft als zusätzliches Kriterium einer guten Argumentation ein (Hannken-Illjes, 2004: 29). „Eine kompetente Sprecherin erfüllt die Forderung nach Vernünftigkeit durch den universellen Geltungsanspruch der Wahrhaftigkeit ihrer Aussagen“ (ebd.). Habermas sieht die Vernunft in der Argumentation als Instrument zur Nutzbarmachung der Rationalität mit Alltagswirksamkeit für eine kritische Gesellschaftstheorie (ebd.). Die Vernunft wird in den Kriterien Relevanz und Gültigkeit betrachtet.

Schlussfolgernd steht bei der Beurteilung der Kriterien nicht die grammatische Richtigkeit oder logische Korrektheit im Vordergrund. Entscheidend ist, ob der Gesprächspartner überzeugt wurde, beziehungsweise ob es zu einem Konsens kam.

4.4 Kompetenzstufenmodell zur Argumentationskompetenz & geographisches Argument

Doch wie kann nun ein gelungenes Argument aussehen oder bewertet werden? Zur Messung der Argumentationskompetenz im Geographieunterricht entwickelte Alexandra Budke et al. (2010) ein Kompetenzstufenmodell, was den sprachlichen und inhaltlichen Anforderungen der komplexen Sprachhandlung Argumentation gerecht wird. Argumentation spielt im Geographieunterricht eine große Rolle (vgl. DGfG, 2014; Gryl et al., 2015).

Das Modell legt die Gütekriterien zur Qualifizierung der Stufen zu Grunde.

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Beschreibung	SuS äußern zu einem geographischen Sachverhalt ihre Meinung, ohne diese jedoch zu begründen.	SuS äußern zu einem geographischen Sachverhalt ihre Meinung und können diese auch begründen, jedoch mit überwiegend ungeeigneten, nicht relevanten oder ungültigen Argumentationen (z.B. wegen fehlenden Fachwissens). Sie beziehen ihre Argumentation nicht auf den vorgegebenen Adressaten.	SuS äußern zu einem geographischen Sachverhalt ihre Meinung und können diese mit überwiegend geeigneten, relevanten und gültigen Argumentationen begründen. Sie berücksichtigen den Adressaten ihrer Argumentation in angemessener Weise. Ihre Argumentation ist jedoch sehr einfach.	SuS äußern zu einem geographischen Sachverhalt ihre Meinung und können diese mit überwiegend geeigneten, relevanten und gültigen Argumentationen begründen. Sie berücksichtigen den Adressaten ihrer Argumentation in angemessener Weise. Ihre Argumentation ist komplex.

Abbildung 4.5: Stufenmodell der Argumentationskompetenz nach Budke, Quelle: Budke et al., 2010

Das Modell geht von einer zunehmenden Kompetenz mit zunehmender

Stufe aus. Das heißt die höchste Kompetenz ist mit der Stufe 4 beschrieben. Das Modell thematisiert Argumente im Geographieunterricht.

Ein geographisches Argument beinhaltet zunächst einen geographischen Sachverhalt, der durch geeignete, relevante und gültige Belege gestützt wird. Außerdem ist die Argumentation dem Kontext angemessen und an den Adressaten orientiert (Beispiele vgl. Budke et al., 2010; 2011; 2012a; 2012b; Kuckuck, 2014). Welche Schwierigkeit Kontext- und Adressatenbezug bedeuten kann, wird in der Schreibdidaktik dargestellt (vgl. Michalak, 2015; Feilke, 2013; Knopp et al., 2012; Becker-Mrotzek & Schindler, 2007).

Eine Herausforderung des geographischen Arguments ist das Abbilden des geographischen Sachverhaltes, der häufig sehr komplex ist. Aus diesem Grund wird im folgenden Kapitel eine Synthese von Argumentationen und *Komplexen Systemen* vorgestellt.

4.5 Komplexe Systeme und Argumentationen

Argumentationen können die Möglichkeit bieten, komplexe Sachverhalte zu beschreiben (vgl. Kapitel 4.1). *Komplexe Systeme* in ihrer Tiefe zu erfassen und zu untersuchen bildet eine große Herausforderung, die durch komplexe Sprachhandlung (vgl. Aufschnaiter, 2005; Becker-Mrotzek, 2009; Budke et al., 2011; Feilke, 2013) erfüllt werden kann. Aus diesem Grund wird angenommen, dass sich besonders Argumentationen zur Darstellung eines *Komplexen Systems* in den verschiedenen Dimensionen eignen.

Das folgende Kapitel soll zur Klärung dieser Hypothese beitragen. Es stellt sich nun die Frage, inwiefern Argumentationen zur Untersuchung *Komplexer Systeme* hilfreich sind. Anhand des Modells für *Komplexe Systeme* (MKS) (vgl. Abbildung 3.7) werden Anknüpfungspunkte zwischen Argumentationen und *Komplexen Systemen* verdeutlicht.

Sowohl in der Visualisierung als auch in der Interaktion des *Komplexen Systems* ragen Argumentationen heraus. *Akteure* im System vertreten unterschiedliche Perspektiven, welche sie mit Hilfe von Argumentationen darstellen und darüber ihren Einfluss geltend machen. Die Argumentation ist in der Untersuchung des Systems entscheidend und nimmt durch Strukturen Einfluss auf die Entwicklung des Systems. Unterschiedliche Argumente der unterschiedlichen Akteure stellen unterschiedliche *Faktoren, Strukturen, Entwicklungen* und *Vernetzungen* dar. Der Einfluss auf das System durch *Akteure* erfolgt neben Handlungen über Argumentationen. Das heißt die Position der *Akteure* in einem *Komplexen System* ist mit Hilfe einer Argumentationsanalyse entschlüsselbar, weshalb Ar-

Argumentation
im komplexen
System

gumentationen im Bezug auf *Akteure* eine wichtige Rolle innehaben. Zusätzlich nehmen *Akteure* über Argumentationen Einfluss auf das *Komplexe System*.

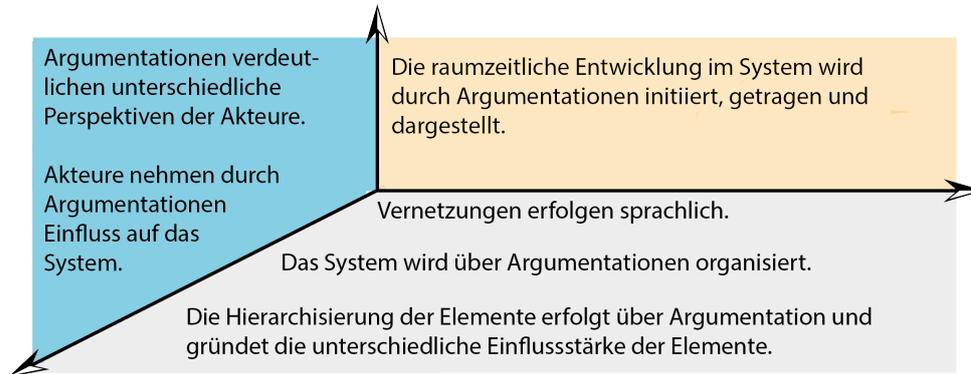


Abbildung 4.6: Argumentationen in *Komplexen Systemen* anhand des *MKS'*, Quelle: eigene Darstellung

Die Darstellung der Entwicklung eines *Komplexen Systems* kann durch die Argumentation der *Akteure* geprägt werden. Die Darstellung der *raumzeitlichen Dynamik*, das heißt die Entwicklung des Systems in Raum und Zeit, kann durch Argumentationen erfolgen, welche Einfluss auf die weitere Entwicklung des Systems haben. Unterschiedliche *Akteure* können die Entwicklung unterschiedlich aufzeigen und begründen. Die *raumzeitliche Dynamik* wird unter anderem durch die Argumentation der *Akteure* initiiert und stabilisiert. Das heißt über Argumentationen haben *Akteure* Einfluss auf die *raumzeitliche Dynamik*.

Die *Vernetzung* eines Systems erfolgt über Argumentationen. *Systembeziehungen* können über Argumentationen festgelegt und manifestiert werden, ähnlich wie eine *Systemorganisation* durch Argumentationen erfolgen kann. Die *Hierarchisierung* des *Komplexen Systems* erfolgt zum großen Teil über Argumentationen. Der Machteinfluss der *Akteure* entsteht und manifestiert sich über Argumentationen (vgl. Kapitel 4.1). Unterschiedliche *Akteure*, *Faktoren* und *Strukturen* haben einen unterschiedlich großen Einfluss auf *Elemente* des Systems, weshalb Argumentationen für das System bedeutend sind. Die Suche nach Lösungsansätzen für Probleme in *Komplexen Systemen* erfolgt durch Argumentationen. *Akteure* können ihre Argumente für Probleme hervorbringen und darüber Einfluss auf das System nehmen, besonders wenn über das *Komplexe System* in populären Medien gesprochen wird. Aspekte der *Vernetzung* sind eng mit den *Akteuren* als ein Teil der *Elemente* verbunden. Wiederum erfolgt der Einfluss der *Akteure* und damit inklusive der *Strukturen* auf den *Vernetzungsgrad* eines *Komplexen Systems* durch Argumentationen.

Ein grundlegendes Element eines *Komplexen Systems* ist die Blackbox. Unter ihr werden alle *Elemente* subsummiert, die unbekannt, vernach-

lässigbar oder unüberschaubar sind. Diese *Elemente* können sich nach den verschiedenen Perspektiven der *Akteure* unterscheiden und müssen über Argumentationen ausgehandelt werden (vgl. Diskurstheorie: Kopperschmidt, 2000; Foucault, 1991; Habermas, 1981).

Schlussfolgernd erfolgt die Wirkung von Argumentationen auf *Komplexe Systeme* über die Argumentation der *Elemente* im Speziellen der *Akteure*. Das heißt sowohl für die Untersuchung eines *Komplexen Systems* als auch für die Einflussnahme auf ein *Komplexes System* sind Argumentationen als komplexe Sprachhandlung wichtig.

Der Einfluss auf ein *Komplexes System* erfolgt über Argumentationen und setzt bei strittigen Fragen an. Strittigkeit ist eine Hauptvoraussetzung für Argumentationen und häufig vertreten in *Komplexen Systemen*. Hier bietet sich ein hervorragender Verknüpfungspunkt. Die Visualisierung von *Komplexen Systemen* erfolgt über Argumentationen. Überdies entsteht das Modell eines *Komplexen Modells* und die Simulationen innerhalb des Systems über Argumentationen.

Für den Geographieunterricht bedeutet das, dass besonders *Elemente* eines *Komplexen Systems* durch Argumentation beeinflusst werden. Daraus ergeben sich für den Geographieunterricht mehrere Aspekte: Zum einen ist die Analyse der Argumentation der *Elemente*, im Speziellen der *Akteure*, hilfreich für das Verständnis des *Komplexen Systems*. Vielmehr müssen die Diskurse der *Akteure* über das *Komplexe System* dekonstruiert werden. Wie das konkret im Geographieunterricht aussehen kann, wird von Miriam Kuckuck in "Konflikte im Raum - Verständnis von gesellschaftlichen Diskursen durch Argumentation im Geographieunterricht," (2014) ausführlich dargelegt. Weiterhin kann durch Argumentation ebenfalls im Sinn der Handlungskompetenz des Geographieunterrichts (DGfG, 2014: 25) aktiv Einfluss genommen werden. Durch das Partizipieren an der Diskussion über ein *Komplexes System* mit Hilfe von Argumentation kann auf das *Komplexe System* eingewirkt werden (vgl. Ohl, 2009).

Resümierend können Argumentationen über die Argumentation der *Akteure* die Chance bieten, die Untersuchung eines *Komplexen Systems* zu verbessern sowie Einfluss auf das *Komplexe System* zu nehmen. Wie die Beschreibung eines *Komplexen Systems* mit Hilfe von Argumentationen konkret aussehen kann, zeigt der Ergebnisteil *Komplexe Systeme im Geographieunterricht* (vgl. Kapitel 7.5) nach der Präsentation der Methodik in einem Extrakapitel.

Komplexe
Systeme in
der Argu-
mentation

5 Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

*Eres hermosa Guadalajara,
donde el mariachi y su charrería envuelven
el folklore de la tierra tapatía.
Eres flores y monumentos,
y sutil esencia de provincia,
eres mágica en tu gente
que es cálida porque es mexicana.*

Lumenca 1992, 450 aniversario de la fundación

Australien, Namibia, Südafrika und Saudi-Arabien sind nur einige Beispiele für Gebiete mit enormen Wasserproblemen. In Kalifornien herrschte 2015 die trockenste Periode seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Der Bundesstaat hat zu Beginn des Jahres 2015 das Autowaschen und die Bewässerung der Pflanzen mit Trinkwasser gesetzlich verboten. Ausgetrocknete Seen und Flussbetten prägen die Landschaft. In Rio de Janeiro und São Paulo sind fast 77 Millionen Menschen von der schlimmsten Wasserknappheit Brasiliens betroffen. Die städtischen Trinkwasserspeicher wie Cantareira sind nahezu ausgetrocknet, das Wasser wird in der Stadt für mehrere Stunden, manchmal Tage abgestellt. Es gibt bereits die ersten gewalttätigen Ausschreitungen. Konflikte um Wasser sind ein weltweites Problem, was sich in Zukunft weiter verschärfen wird. Besonders die Versorgungslage in (werdenden) Megacities ist gefährdet. Guadalajara wächst seit Jahrzehnten in ihrer Fläche und ihrer Einwohnerzahl. Außerdem ist Guadalajara, wie noch genauer erläutert wird, ein wichtiger Wirtschaftsstandort in Mexiko. Aufgrund dieser Faktoren und der repräsentativen geographischen Lage in den semi-ariden Tropen kann die Trinkwasserproblematik in der Stadt Guadalajara beispielhaft für viele weitere Städte der Welt gesehen werden.

Das folgende Kapitel erläutert neben der *Wasserproblematik als globales Problem* (5.1), die konkrete Situation in der Stadt Guadalajara (5.2) mit Hilfe einer naturräumlichen Beschreibung, einer Einordnung in die mexikanische Wirtschaft, einer Beschreibung der Bevölkerungs- und Wohnstruktur der Stadt sowie eine Erläuterung der Wasserversorgungslage. Diese Ausführungen münden in der Beschreibung der Wasserversor-

gungssituation mit ihren verschiedenen Problemen. Das Kapitel schließt mit der Ausführung der Trinkwasserproblematik als *Komplexes Systeme*.

5.1 Wasserproblematik als globales Problem

Der WWF (World Wide Fund for Nature) veröffentlichte zum Weltwassertag im März 2014 eine alarmierende Analyse: Durch die wachsende Bevölkerungszahl und zunehmende wasserintensive Industrialisierung steigt der Bedarf an Wasser weltweit, wohingegen die Versorgung der Bevölkerung immer schlechter wird. Die Wasserkrise wird sowohl als ökologische wie auch als humanitäre Katastrophe beschrieben, da *„2,7 Milliarden Menschen derzeit in Regionen leben, die für mindestens einen Monat pro Jahr unter akuter und schwerere Wasserknappheit leiden und rund 783 Millionen Menschen [...] überhaupt keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser [haben]. Falls der derzeitige Verbrauch anhält, werden in nur 20 Jahren mindestens 3,5 Milliarden Menschen, also fast die Hälfte der vorausgesagten Weltbevölkerung, in wasserarmen Flusseinzugsgebieten leben“* (WWF, 2014).

Dieser alarmierende Bericht zeigt die Notwendigkeit, die Wasserversorgung genauer zu betrachten, denn der Zugang zu sauberem Wasser ist ein Menschenrecht und existentielle Notwendigkeit. Häufig sind andere räumliche Konflikte, wie ethnische, religiöse oder politische an Wasserkonflikte geknüpft beziehungsweise dadurch bedingt.

Konflikte um die Ressource Wasser sind komplex und können unter anderem nach Maßstäblichkeit, Akteuren und Konfliktfeldern beobachtet werden. Der Wasserhandel beruft sich auf verschiedene vertragliche Ebenen (internationale Wasserabkommen und nationale Wassergovernancestrategien) und liegt in dem Diskussionsfeld Wasser als Ware oder im Gegensatz dazu Wasser *„als freies Gut der Natur“* (Wilder, 2006: 1978) sowie als *„notwendiger Teil eines Ökosystems“* (Garn, 1998; Gleick & Wolff, 2002). Der Handel mit Trinkwasser in Flaschen ist ein global zu betrachtendes Phänomen. Konflikte zwischen Städten und ihrem Umland um den Verbrauch und Gebrauch des Wassers sind dagegen regional angelegt. Weiter gibt es verschiedene Akteure, die eine Wasserquelle und dann die Ressource nutzen, wie Akteure aus der Industrie oder der Landwirtschaft. Insgesamt gibt es verschiedene Konfliktfelder in der Untersuchung von Wasserproblematik, wie

- ökologische (zum Beispiel die Verschmutzung der Wasserressourcen aufgrund eines hohen Städtewachstums (vgl. Sternfeld, 1997)),
- politische (zum Beispiel Wasserkonflikte im Nah-Ost-Konflikt (vgl. Müller-Mahn, 2006)),

Wasserkonflikte

- wirtschaftliche (zum Beispiel das GAP-Staudammprojekt in der Türkei (Budke et al., 2008)) u.a..

Die Wasserproblematik in Guadalajara ist mehrdimensional und kann daher in vielerlei Hinsicht als Exempel gelten. Im Jahr 1992 wurde eine Wasserreform in Mexiko von *Presidencia de la República de Mexicana* veröffentlicht, die als „*Geburt einer neuen Wasserkultur*“ gefeiert wurde (Wilder, 2006: 1988). Wasser ist in Mexiko eine starke politische Ressource, welche die Kontrolle über viele Gebiete bedeutet (García, 2001: 5). Der ungleiche Zugriff beziehungsweise die ungleiche Verteilung des Wassers, eine Veränderung der Vorstellung über Wasserknappheit und die Unvereinbarkeit von Interessen, wo kein Wassermanagement existiert oder wo es gerade erst entsteht, charakterisiert die Kontrolle über Wasser (García, 2001: 5). Ein Charakteristikum von Konflikten um Wasser in Mexiko wäre nach García (2001: 11) die Tendenz zur verbalen, physischen oder psychologischen Gewaltanwendung und die enge Verknüpfung mit Politik „*Wasser wird als politisches Trampolin genutzt*“ (García, 2001: 13).

In der Prä-Eroberungszeit existierte ein anspruchsvolles Wasserversorgungssystem der Azteken, das Überschwemmungen und Salzgehalt kontrollierte (beispielsweise das System des Tehuacan Valley). Die Spanier brachten ihr eigenes hydraulisches System mit nach Mexiko, was die Trockenlegung von Mooren und kilometerlange Aquädukte (Beispiel: Querétaro Aquädukt) bedeutete. Zusätzlich kam zu den Verbrauchern der Siedlungen und der früheren Landwirtschaft die Industrie als Wassernutzer hinzu (Whiteford, 2002: 14). Auch die Landwirtschaft änderte sich mit dem Bau von Haciendas, die ebenfalls eine wasserintensive Bewässerung vorsahen. Mit der Präsidentschaft von Plutarco Elías Calles (1924-1928) wurden die Wasserquellen durch den § 27 der „*Verfassung der Vereinigten Mexikanischen Staaten*“ verstaatlicht. Trotzdem bleibt beim Präsidenten die Vollmacht die Wasserindustrie an den privaten Sektor zu übergeben. Im Jahr 1934 wurde das Land unter Präsident Lázaro Cárdenas neu verteilt. Viele Haciendas inklusive der Bewässerungssysteme wurden in kleinere private landbesitzende Gemeinden (ejidos und colonias) umgewandelt, womit die Wasserrechte vor allem in private Hände gelangten (Whiteford, 2002: 15).

5.2 Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Der Name Guadalajara geht auf die spanischen Eroberer Anfang des 16. Jahrhunderts zurück, die die Stadt gründeten und nach der in Spanien gelegenen gleichnamigen Stadt benannten. So erklärt sich die auf das Arabische zurückgehende Bezeichnung *Wad-al-Hadjarah*, was *Fluss aus Steinen* bedeutet (Krause, 1924: 387).

Wasserkonflikte
in Guadalajara

Geschichte
des Wassers
in Mexiko

Die Flüsse Guadalajaras sind auch heute noch entscheidend für die Stadt (vgl. Abbildung 5.1). Guadalajara liegt ungefähr 200 km vom Pazifischen Ozean entfernt im Landesinneren im Lerma-Chapala-Santiago Einzugsgebiet, was circa 54.300 km² umfasst (vgl. Abbildung 5.1). Das Einzugsgebiet „erstreckt sich durch die Bundesstaaten México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán und Jalisco [und] umfasst 14 Städte mit einer Bevölkerungszahl von mehr als 100.000 (10% der gesamtmexikanischen Bevölkerung); es besitzt teilweise das produktivste Agrarland mit 750.000 ha von bewässertem Anbauland (circa 14% des gesamten bewässerten Gebiets Mexikos)“ (von Bertrab, 2003: 134). Die Flüsse Rio de Lerma, Rio de Santiago und Rio de Atemajac durchfließen beziehungsweise fließen um die Metropolregion Guadalajara (vgl. Abbildung 5.1). Der See Chapala liegt etwa 50 km südlich des Stadtgebiets. Der See ist der größte Mexikos und einer der größten Lateinamerikas und wird durch den Fluss Rio de Lerma gespeist. Er versorgt neben anderen Wasserquellen die Megacity Mexiko-Stadt mit Wasser.

naturräumliche
Beschreibung

Guadalajara liegt in den semi-ariden Tropen. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 21,7°C mit Tageshöchsttemperaturen von 32,0°C und Tagestiefsttemperaturen von 9,9°C. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge eines Jahres beträgt 998 mm. Zusätzlich kommen zu den natürlichen Gegebenheiten stadtklimatische Eigenschaften, die unter anderem durch eine hohe Versiegelung, starke Flächenbebauung und wenige Schattenräume verursacht werden.

Aufgrund der wirtschaftlichen, sozialen und infrastrukturellen Vernetzung kann von dem Raum als Metropolregion gesprochen werden. Die Gebiete, die zur Metropolregion laut dem *Council of the Metropolitan Zone of Guadalajara* gehören, sind: Guadalajara, Zapopan, Tlajomulco, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Ixtlahuacán und Zapotlanejo. Die Metropolregion Guadalajara erfuhr einen wirtschaftlichen und demographischen Auftrieb in der letzten Phase der Post-NAFTA Industrialisierung ab 1980. Ein weiterer wirtschaftlicher Auftrieb wurde 2011 durch die in Guadalajara stattfindenden Panamerican Games ausgelöst.

Wirtschaft in
Guadalajara

Die Stadtentwicklung ist exemplarisch für eine lateinamerikanische Stadt: eine koloniale Geschichte, die Entwicklung zur Republik und der Anpassungsversuch an die Zeit der Globalisierung mit Hilfe einer rasanten Industrialisierung. Eine extreme Unwirtschaftlichkeit, akute Probleme im Transport und der Mobilität, der Versuch, ein Gleichgewicht zwischen Konzentration und Entfernung von Dienstleistungsunternehmen zu schaffen, die Energiekrise und der Umgang mit den Informationstechnologien markieren eine neue Entwicklungsphase des Städtewachstums Guadalajaras (vgl. Wilder et al., 2008: 1).

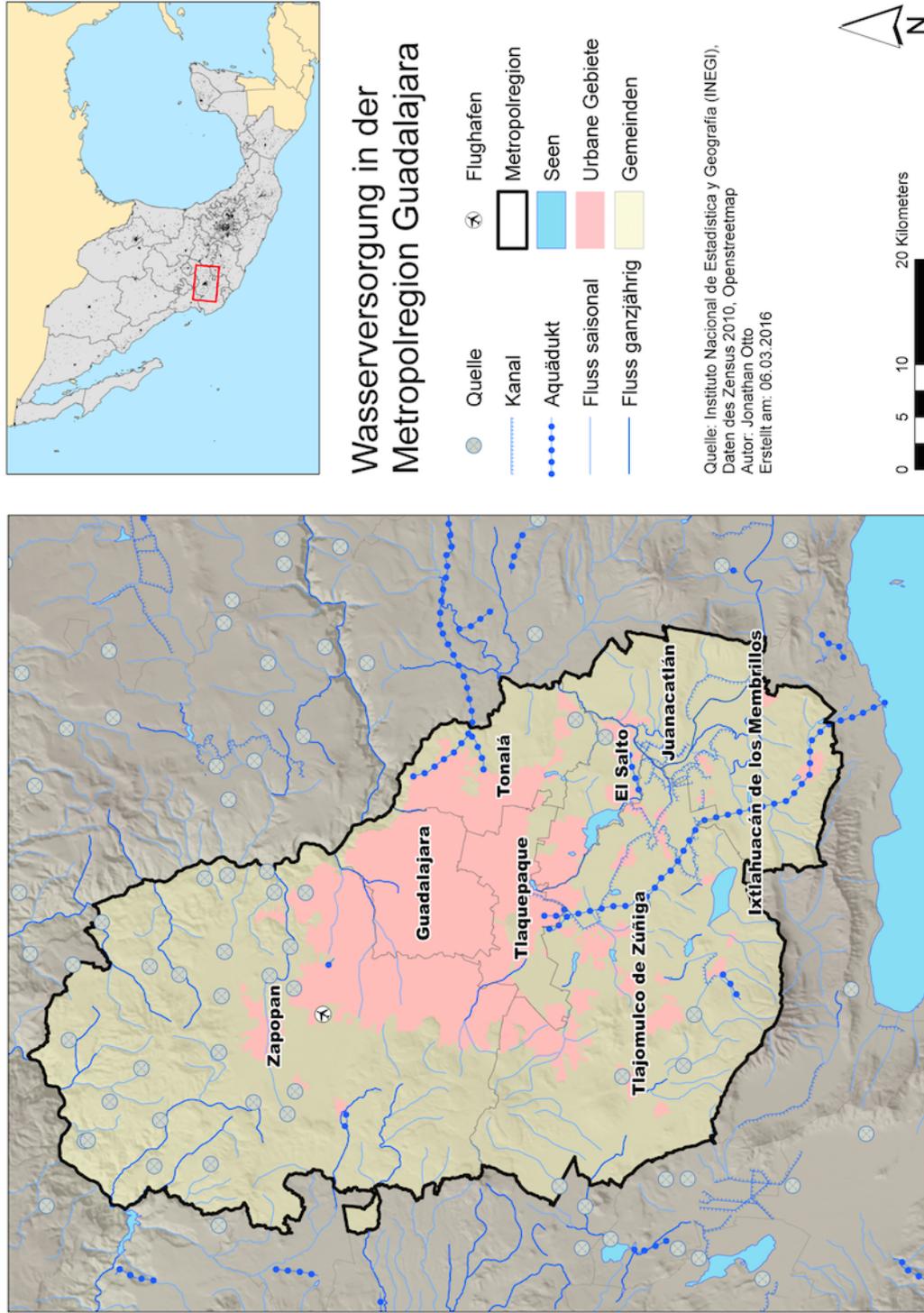


Abbildung 5.1: Karte der Wasserversorgung in der Metropolregion Guadalajara, Quelle: Jonathan Otto

Die Metropolregion ist eines der zwölf größten Zersiedlungsgebiete Lateinamerikas und generiert ungefähr 5% des mexikanischen Bruttoinlandsprodukts (Wilder et al., 2008: 2). Die wirtschaftliche Position der Metropolregion ist durch die Lage im Free Trade Agreement (TLC) Korridor und die enge Transportverbindung zu einem der wichtigsten Häfen der mexikanischen Pazifikküste *Manzanillo* geprägt, welche die wirtschaftliche Vernetzung im westpazifischen Raum Mexikos ermöglicht. Ab 1982 fand ein Umschwung der Regierung zu einer Liberalisierung der Wirtschaft statt, welche die Privatisierung mexikanischer Staatsunternehmen, die Öffnung ökonomischer Kernsektoren, eine intensive Förderung von Direktinvestitionen sowie die Integration der Wirtschaftsabkommen WTO, OECD und NAFTA zur Folge hatten (vgl. Parnreiter, 2015; Fuchs, 2003: 21). Diese Umstellung prägte Guadalajaras Wirtschaft und Sozialwesen entscheidend (ebd.). Es kam zur „Anpassung an [die] Vorgaben des Internationalen Währungsfonds (IWF)“ (ebd.). Die rigide Stabilitätspolitik forderte unter anderem die Senkung der Reallöhne, eine immer seltenere Begleichung der Schulden aufgrund des Zinsanstieges und einen Preisanstieg der Importwaren.

Regionale Entwicklungschancen liefen aufgrund dessen vermehrt auseinander und traditionelle Wirtschaftsformen und -räume Mexikos (Textil- und Bekleidungsindustrie) stagnierten, hingegen im Norden an der Grenze zu den Vereinigten Staaten von Amerika die Exportindustrie boomte. Es entstand eine enorme Abhängigkeit der mexikanischen Wirtschaft von den USA. Diese Entwicklung hatte eine Schwächung der Gewerkschaftsmacht zur Folge. Die Minimallöhne sanken unter die Existenzstandards und „Familien, die keine Mitglieder in der formellen Ökonomie aufw[ie]sen, [wurden] von [der] mexikanischer Sozialversicherung und [dem] sozialen Wohnungsbau ausgeschlossen“ (Fuchs, 2003: 22). Folglich sind „mehr als die Hälfte der mexikanischen Erwerbstätigen nicht sozialversichert“ (ebd.). Es wurde angenommen, dass die Großfamilie die Folgen auffangen kann, doch dies war nur noch selten der Fall (vgl. ebd.). Für die Metropolregion Guadalajara bedeutet das zum einen ein Wachstum an Industrie. Ansässige Unternehmen in der Metropolregion sind viele ausländische Unternehmen wie zum Beispiel Continental Automotive GmbH, Flextronics, General Electric, Hewlett-Packard, Hella KGaA Hueck & Co., IBM, Intel, Oracle oder Siemens, sowie ZF Sachs AG und andere. Tlaquepaque, Tonalá und Zapopan enthielten bereits im Jahr 1998 16.730 Industriebetriebe (ebd.). Der Bundesstaat Jalisco produziert circa 7% des mexikanischen Bruttoinlandsprodukts (von Bertrab, 2003: 128). Die urbane Armut nimmt indes stark zu: In den 1990 wurden 47% der städtischen Bevölkerung in der Metropolregion als *arm* eingestuft (Coulomb, 1993).

Ein weiterer einflussreicher Faktor ist die hohe Bestechlichkeit auf allen sozialen und politischen Ebenen der Gesellschaft. „Mexiko liegt auf dem *Korruptionsindex 2011 von Transparency International mit dem Wert 3,0*

(Maximum: 10, Minimum 0) auf Platz 100. Zum Vergleich: Deutschland liegt mit 8,0 auf Platz 14, Griechenland mit 3,4 Punkten auf Platz 80“ (Wagner, 2012: 1). Mit zunehmender Platzierung ist die Korruption im Land höher.

Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Errichtung von Industrie, dem Bevölkerungswachstum, der Wohnstruktur, der Versorgungslage und ökologischen Problemen in der Metropolregion. Guadalajara wuchs im 20. Jahrhundert sehr rasch bis zum Jahr 2000. In der Kernstadt ist seit dem Jahr 2000 ein leichter Bevölkerungsrückgang zu beobachten, wohingegen es in der Peripherie zu einem teilweise extremen Bevölkerungswachstum von 59% kam (INEGI. National Institute of Statistics and Geography Population and Housing Census 2010). Das rasche Bevölkerungswachstum bis zu den 1970 Jahren verursachte einen Prozess der konzentrierten Urbanisierung und eine beschleunigte städtische Konzentration (Gutiérrez et al., 1999: 206), was das Stadtbild stark prägt. Nach der letzten Zählung (2010) leben in der Kernstadt 1.495.189 Einwohner, in der Peripherie (Tlaquepaque, Zapopan, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Tonalá u.a.) 2.885.411 Einwohner und in der gesamten Metropolregion 15.557.176 Menschen (Abbildung 5.2). Damit leben in der Metropolregion ungefähr so viele Einwohner wie in Ecuador oder Kambodscha und mehr als in Schweden, Portugal oder Dänemark.

Bevölkerung

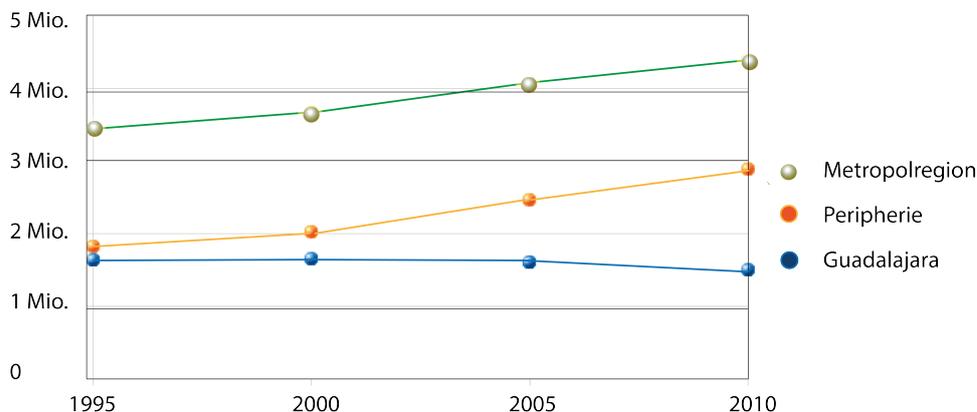


Abbildung 5.2: Bevölkerungsentwicklung der Metropolregion, Peripherie und Kernstadt Guadalajaras, Quelle: INEGI, 2014

Die einzelnen Gebiete um die Kernstadt weisen ein enormes Bevölkerungswachstum auf. Tlajomulco de Zúñiga ist seit 1995 um 313% gewachsen; Tlaquepaque um 35%; Zapopan um 97%, Tonalá um 76% (INEGI, 2010). Da von einer Metropolregion um Guadalajara auszugehen ist, wächst die Bevölkerungszahl trotz Rückgang in der Kernstadt weiterhin. Das Bevölkerungswachstum ist neben dem natürlichen Wachstum vor allem auf die Zuwanderung aus anderen Gebieten Mexikos zurückzuführen. Die Menschen kommen in die Region in der Hoffnung auf Arbeit

und siedeln sich in der Peripherie an. Eine Rolle bei der Entscheidung, wo die Zuwanderer*innen sich ansiedeln, spielt der höhere Mietpreis in der Kernstadt, aber viel entscheidender ist das Gesetz, dass jede*r sozialversicherte Mexikaner*in das Recht auf ein eigenes Haus besitzt, was einen sehr günstigen Kredit für den Kauf eines eigenen Hauses sichert. Dieser Faktor und die Tradition, eigenen Besitz zu sichern und weniger zu mieten, prägen die Wohnquartiere in der Metropolregion.

Daher herrscht in der Peripherie ein enormes Flächenwachstum, das von einer starken Suburbanisierung und Zersiedlung geprägt ist (vgl. Budke et al., 2015: 4 ff.). Vor allem im Süden der Metropolregion entstehen immer mehr Siedlungen. Diese sind von verschiedenen sozio-ökonomischen Qualitäts- und Ausstattungsniveaus. Teilweise finden sich dort Gated Communities der oberen Mittelschicht. Teilweise entstehen dort informelle Marginalsiedlungen mit mangelhafter und fehlender Infrastruktur (vgl. Budke et al., 2015: 8, 10; Zehner, 2011: 42). Die ökonomisch starken Bevölkerungsgruppen bauen am Rande der Stadt unabhängige Wohnquartiere, die vom städtischen Versorgungssystem isoliert sind und hochwertige Wasserversorgungssysteme besitzen.

Dagegen fehlen in informellen Siedlungen Wasserversorgungs- und Abwassersysteme im Extremfall völlig (Budke & Bürkner, 2009: 13). Die *„strenge sozialräumliche Segregation der städtischen Bevölkerung [in] Arm und Reich [korreliert zu den] Unterschieden der Versorgung dieser Quartiere mit Trinkwasser, der Entsorgung von Abwasser und der Regulierung von Hochwasser“* (Budke & Bürkner, 2009: 17). Insgesamt sind 75% aller Haushalte an eines der kommunale Wassernetzwerk angeschlossen (Budke et al., 2015: 9). Doch äußert sich die starke sozioökonomische Schichtung der Bevölkerung Guadalajaras auch im Zugang zum Wasser (ebd.). In selten Fällen führt das Wassermanagement zur Beschneidung armer Wohnquartiere (von Bertrab, 2003: 129). Die Bewohner behelfen sich durch die Versorgung mit Wasser aus Wassertanks und illegales Anzapfen der Leitungen. In einigen Wohnquartieren gibt es kleine Läden, in denen sie Trinkwasser kaufen können. Diese Art der Wasserversorgung ist um einiges teurer als die reguläre städtische Versorgung. Demnach ist die Sicherung von Trinkwasser für die ärmere Bevölkerung anteilig kostenintensiver als für wohlhabendere Bevölkerungsteile.

Ähnlich verhält es sich mit der Abwasserregulierung. In armen Wohnquartieren fließt das Abwasser die Straßen entlang, teilweise wird es bis knapp außerhalb der Siedlung geleitet (siehe Abbildung 5.3). Das Abwassersystem wird häufig von den Baufirmen, die die Siedlungen errichten, mit ausgebaut. Jedoch nur bis zum Ende der Siedlung, da sie danach das Abwassersystem als Verpflichtung der Stadt sehen. Aus diesem Grund enden viele Abwasserrohre am Rande der Siedlung und das Wasser fließt ungefiltert in Bachläufe oder auf Freiflächen und in den Rio Atemajac (vgl. Budke et al., 2015: 11).

So herrschen in der Metropolregion extreme Unterschiede in der Versorgungslage und der Entsorgungslage vor (Zehner, 2011: 43). Teilweise sind Gebiete trotz vorhandener Infrastruktur nur mangelhaft versorgt oder es gibt überhaupt keine Infrastruktur oder Dienstleistung (vgl. Budke et al., 2015: 11). Die „Versorgungsdefizite [stehen] im engen Zusammenhang mit institutionellen Schwächen und Steuerungsproblemen im öffentlichen Wassersektor“ (Zehner, 2011: 43). Entlang des Flussverlaufs des Rio Atemajacs sind die extremen sozialen Unterschiede gut sichtbar (Budke & Bürkner, 2009: 30). Es gibt sowohl sehr gut ausgebaute Wohnquartiere der oberen Mittelschicht mit eigenen Brunnen, als auch Wohnquartiere der mittleren bis unteren Mittelschicht, die die Wasserversorgung durch Tanks auf den Dächern zu sichern versuchen, sowie arme Wohnquartiere, denen teilweise tagelang kein Wasser zur Verfügung steht (Abbildung 5.4).



Abbildung 5.3: Beispiel für Abwasserentsorgung in Mittelschicht-Wohnquartieren, Quelle: eigenes Foto

Mit der sozioökonomischen Situation gehen häufig die Auswirkungen stadtökologischer Probleme einher. So herrscht eine starke Luft- sowie Müllverschmutzung in der Metropolregion. Häufig existiert kein Entsorgungssystem, sondern der Müll wird auf städtischen Brachflächen (circa 20%) gelagert. Dies betrifft neben Hausmüll auch vermehrt toxischen, explosiven und radioaktiven Müll (Heineberg, 1993). Die Giftstoffe des gefährlichen Mülls gelangen durch Versickern in die Grundwasserspeicher und verschmutzen diese empfindlich. Aufgrund der hohen Unwissenheit der Bevölkerung verstärkt sich das Problem (Budke et al., 2015: 9).

Das Wasser in der Metropolregion Guadalajaras stammt etwa zu 70%



Abbildung 5.4: Siedlungen der unteren und mittleren Mittelschicht, Quelle: eigenes Foto

aus Oberflächenwasser vor allem aus den umliegenden Seen wie beispielsweise des Laguna de Cajititlan oder des Lago de Chapala, die restlichen 30% stammen aus der Förderung von Grundwasser (Budke et al. 2015: 11; Budke & Bürkner, 2009: 21). Die erhebliche Übernutzung des See- und Grundwassers führt zu einer Degradierung der Wasserquellen und des Ökosystems (Hanhausen & Doménech Consultores, 2001: 20). Doch steht „das natürliche Wasserangebot [...] nur in indirektem Zusammenhang mit der Verfügbarkeit und Verteilung von Wasser“ (Budke & Bürkner, 2009: 16). Hinzu kommen eine mangelnde Speicherung von Regenwasser und ein enorm hoher „Wasserverbrauch der Bevölkerung in Guadalajara mit ca. 280 Litern pro Person und Tag“ (ebd.). Andere Quellen berichten sogar von 332 Litern pro Person und Tag (Baumann, 2008: 37). Damit liegt er erheblich höher als der der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland mit 126 Litern pro Person und Tag (Statistisches Bundesamt, 2008: 305). Dieser enorme Verbrauch geht vornehmlich von statushohen Bevölkerungsgruppen aus (Baumann, 2008: 37). Die wohlhabendsten 10% der Bewohner*innen Guadalajaras verbrauchen 70% des zur Verfügung stehenden Trinkwassers (López, 2005: 172). Zusätzlich versickern circa 40 - 45% durch marode Wasserleitungen bis zum eigentlichen Verbraucher*innen (Budke & Bürkner, 2009: 16). „Ein wesentlicher [nicht zu vernachlässigender] Faktor in der Wasserversorgung der Metropolregion Guadalajaras bleibt Korruption und Gewalt auf den verschiedenen Ebenen“ (Wilder et al., 2008: 179). „Individuelle Machtspiele und die antidemokratische Praxis in den Gebieten erlaubt der armen Bevölkerung keine Partizipation bei Entscheidungen. Diese Bedingungen ermöglichen für lokale strongmen (caciques, politische Bosse) mafiaähnliche Regierungsformen mit Korruption, Gewalt und Kontrolle besonders gegen die ärmere Bevölkerung“ (García, 2001: 3). In armen Wohnquartieren wird Wasser als starkes politisches Kontrollinstrument genutzt (ebd.).

In der gesamten Metropolregion sind die Gewässer (die Seen Chapala und Cajititlán, die Flüsse Santiago, Atemajac und Lerma u.a.) aufgrund fehlender Klärwerke extrem verschmutzt. Es kommt zu einer Schadstoffanreicherung von Schwermetallen wie Chrom oder Kadmium im Grundwasser. Auch wenn die Industrie mit nur 5% am wenigsten Wasser nutzt (Abbildung 5.5), wird davon ausgegangen, dass 86% der Verschmutzung durch den Eintrag der Industrie kommt. Mit 6,3 Millionen Tonnen produziert die Industrie dreimal mehr Schmutzwasser als die städtischen Regionen (Han-

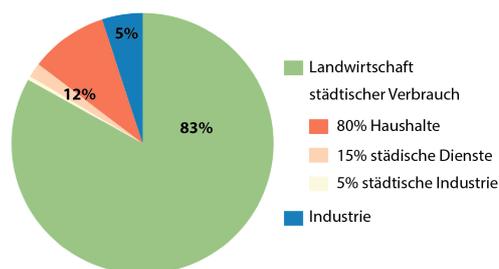


Abbildung 5.5: Wasserkonsumenten der Metropolregion Guadalajaras, Quelle: Hanhausen & Doménech Consultores, 2001: 20

Wasserversorgung

Wasserverschmutzung

hausen & Doménech Consultores, 2001: 20). Die ungeklärten industriellen und landwirtschaftlichen Abwässer werden in das Abwassersystem eingeleitet. Circa 85% des Abwassers wird ungeklärt in die Flüsse Atemajac und Santiago geleitet, was unmittelbar die Quartiere der unteren Mittelschicht betrifft, da sie an den Flüssen lebt und das Wasser direkt entnimmt. Zusätzlich verschlimmert sich die Lage, da die flüssigen Emissionen der Betriebe in Guadalajara ungefiltert in das reguläre Abwassersystem geleitet wird und die Leitungssysteme brüchig bis gänzlich defekt sind. Der Boden wird zunehmend kontaminiert und das Grundwasser verseucht (Heineberg, 1993). Die Probleme werden durch die natürlichen Schwankungen des Wassereintrages und Dürren noch verstärkt.

Der Großteil der Trinkwasserversorgung der Metropolregion Guadalajara basiert auf dem Oberflächenwasser in der Region. Die zunehmende Gefährdung hat weitreichende wirtschaftliche, soziale und ökologische Auswirkungen, wie zum Beispiel die Verlagerung der Landwirtschaft, weil das Wasser nicht mehr zur Bewässerung genutzt werden kann, ein erhöhtes Krankheitsrisiko für die Bevölkerung und das Sinken der Fischbestände im gesamten Gewässernetz (Budke & Bürkner, 2009: 22).

In der Metropolregion ist die Wasserqualität häufig gesundheitsgefährdend (Abbildung 5.6), weshalb die Bewohner andere Möglichkeiten zur Wasserversorgung finden müssen. Ein Hauptteil der Wasserverschmutzung erfolgt durch den industriellen und landwirtschaftlichen Eintrag „hauptsächlich über den Fluss Lerma, in welchen über fast seinen gesamten Verlauf von 700 km Schmutzwasser eingeleitet wird. Unter anderem durchquert der Fluss die Bundesstaaten México, Querétaro, Guanajuato und Michoacán“ (von Bertrab, 200: 132). Faktoren wie die Entwaldungen beziehungsweise Abholzungen und veränderte Landnutzung im Lerma Flussbecken führen zu einer andauernden Verschmutzung der Gewässer und einer „kontinuierliche[n] Erhöhung der Durchschnittswassertemperatur“ (von Bertrab, 2003: 134).

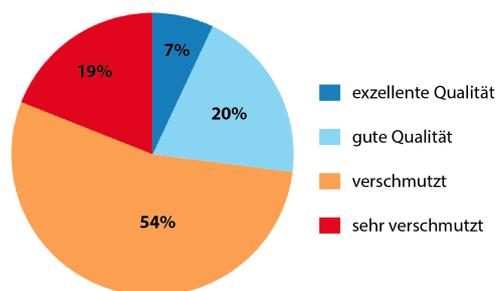


Abbildung 5.6: Wasserqualität in der Metropolregion, Quelle: Hanhausen & Consultores, 2005: 5; Toledo, 2001: 5

Noch heute ist der § 27 der „Verfassung der Vereinigten Mexikanischen Staaten“ aktiv, der besagt, dass „das ganze Wasser [...] Eigentum des Staates und der föderalen Autoritäten [ist]; [es] beinhaltet Oberflä-

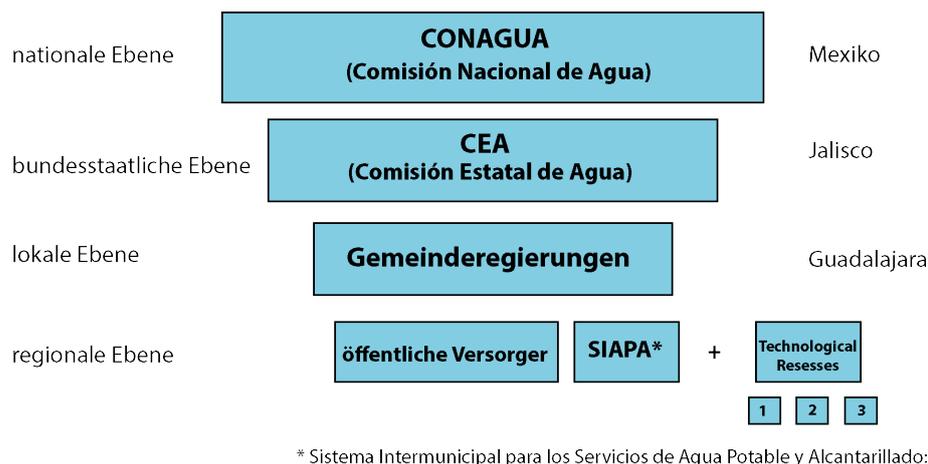


Abbildung 5.7: Die Organisation des Wassermanagements in Mexiko, Quelle: eigene Darstellung

chenwasser und Grundwasser“. Vom Staat werde die Zusammenarbeit mit anderen Verantwortlichen für die Wassernutzung (Federal Electricity Commission, Landwirtschaftsministerium), die Planung, die Konstruktion und die Infrastruktur, die Wasserentnahme, der Wassertransport koordiniert. Das Gesetz wird mangelhaft und schlecht organisiert umgesetzt (Barkin, 2006: 11). Es gibt enorme Probleme in der Informationsübertragung, zum Beispiel über den Zustand des Grundwasserspiegels oder Probleme mit der Technik und der Administration sowie der tatsächlichen Nutzungsmenge (ebd.).

Weiter sei der Staat für die Vermittlung zwischen verschiedenen Interessengruppen zuständig (ebd.). Es gibt verschiedene Organe auf den unterschiedlichen Ebenen des Staates, die auf Grundlage des Gesetzes agieren (Abbildung 5.7). Für die Metropolregion und die Kernstadt sind regional verschiedene Versorger sowie *Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado* (SIAPA) zuständig. Zusätzlich existieren zur Versorgung drei Typen mehr oder minder inoffizieller Versorgungswege (Christopher, 2008: 11f.; Wilder, 2006: 1992) zusammengefasst als *Technological Resesses* (Zehner, 2011: 42). „*Technological resesses können als komplementäre oder alternative Systeme zu standardisierter Infrastruktur verstanden werden, die einerseits autonom und isoliert von den zentralen Großsystemen arbeiten, andererseits aber auch an bestimmten Stellen auf diese zurückgreifen können. In technological resesses finden verschiedenste technologische Alternativlösungen Anwendung, die wiederum auf spezifische soziale Ressourcen, lokale Einbettungen und Steuerungsformen angewiesen sind.*“ (Budke & Bürkner, 2009: 19).

Es können drei Typen unterschieden werden (Zehner, 2011: 40): 1. der privatisierte Typ, 2. der informelle Typ und 3. der institutionalisierte

Organisation
in Mexiko

Technological
Resesses

Typ. Der privatisierte Typ ist ein in suburbanen Wohnsiedlungen durch private Bauträger*innen entwickeltes autarkes Wasserteilnetz. Es besteht keine Verbindung zum öffentlichen Wassernetz. Für Wohnquartiere ist es planungsrechtlich vorgeschrieben, die Wasserversorgung zu sichern. Dagegen wird das Abwasser meist ungeklärt in das Oberflächengewässer geleitet (siehe Abbildung 5.3). Insgesamt ist das Niveau der Wasserversorgung im privatisierten Typ überdurchschnittlich. Beim informellen Typ sind die Bodenverhältnisse ungeklärt beziehungsweise das Gebiet ist illegal besiedelt, weshalb sich lokale Institutionen nicht verantwortlich fühlen. Es herrscht insgesamt ein unzureichendes Angebot öffentlicher Dienstleistungen, weshalb die Bewohner*innen auf eine Selbstorganisation (meist unverbindliche Zusammenschlüsse bis strukturierte Vereine) setzen. Zur Versorgung werden Wasserleitungen angezapft, das Regenwasser aufgefangen und genutzt sowie private Wassertanks angelegt. Die Maßnahmen sind in der Regel improvisiert und erreichen nur eine unzureichende Versorgungsrate und -qualität. Im institutionalisierten Typ arbeiten die Bewohner*innen mit öffentlichen Institutionen zusammen. Dieser Typ findet sich vor allem in älteren, etablierten Mittelschichtvierteln mit unabhängiger Organisation und existiert neben den öffentlichen Institutionen, da die Gebiete nur unzureichend durch die Stadt versorgt werden. In den Wohnquartieren werden zum Beispiel zusätzliche Brunnen gebohrt. Diese Organisation der Wasserversorgung wird häufig finanziell unterstützt und teilweise später an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen.

In bestimmten Gebieten sind die Technological Resesses mit dem selbst verwalteten gemeinschaftlichen Betrieb von Brunnen, Pumpen und illegalen Wasserentnahme aus großen Netzen die Hauptquelle der Wasserversorgung (Zehner, 2011: 40). Es herrschen unter den Technological Resesses unterschiedliche Versorgungsniveaus in unterschiedlichen Stadtgebieten, wobei die Situation ohne diese teilweise noch prekärer wäre (ebd.). Untersuchungen aus dem Jahr 2003 zeigen, dass 7,9% aller Haushalte in Guadalajara keinen Anschluss an das Wasserversorgungsnetz und 10,4% keinen Anschluss an das Kanalisationsnetz haben (UN Habitat, 2003: 36-37 zitiert nach Zehner, 2011: 42). Doch zeigen „*Schätzungen [ein] schlechteres Bild: bis zu 120 Millionen Stadtbewohner [sind] ohne adäquate Trinkwasserversorgung*“ (Satterthwaite & Granahan, 2007: 27 zitiert nach Zehner, 2011: 40). In Fällen des Technological Resesses herrscht eine schwache Steuerungskapazität staatlicher Institutionen. Die Wasserorganisation „*untersteht der Idee der Dezentralisierung*“ (Barkin, 2006: 17), weshalb es unterschiedliche Strukturen in verschiedenen Regionen mit semi-autonomen (öffentlicher Sektor) Organisationen gibt. Zusätzlich sind die verschiedenen Ebenen (siehe Abbildung 5.7) mangelhaft mit Personal ausgestattet und werden in ihrer Arbeit durch das politische System gestört (vgl. Barkin, 2006: 20). Der Wassersektor ist außerdem durch chronische Finanzmittelknappheit geprägt, da die erhobenen Wassergebühren nicht kostendeckend festgelegt sind und nur teilweise

organisatorische
Probleme

eingenommen werden (Zehner, 2011: 43; Hanhausen & Doménech Consultores, 2001: 25). Die Versorgungsdefizite werden aufgrund des rapiden Flächenwachstum und dem einhergehenden mangelnden Ausbau der Infrastruktur sowie institutionelle Schwächen des Managements verstärkt (Zehner, 2011: 39). So existieren einige „*Teilräume, die von öffentlichen Systemen unter- bzw. nicht versorgt werden*“ (ebd.).

Zusammenfassend leidet die Metropolregion Guadalajara unter der Verschmutzung des Wassers, der Luft und des Bodens, der Verschmutzung der Trinkwasserquellen, der kritischen Lage der lokalen Trinkwasserquellen, dem Austrocknen der Gewässer, der Versiegelung der städtischen Flächen, der fehlenden Regulierung von Überflutung und Dürren, dem zunehmenden Verlust von Grün- und Waldflächen sowie dem mangelhaften oder fehlerhaften Management der Wasserversorgung (vgl. Rueda-Lujano, 2010: 2; García, 2001:5).

Zusammenfassung

5.3 Die Trinkwasserproblematik als komplexes Mensch-Umwelt-System

Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara umfasst verschiedene Dimensionen und beinhaltet eine Vielzahl von Aspekten. Eine Untersuchung unter Hinzunahme des Modells für *Komplexe Systeme (MKS)* ist im Sinne einer Systematisierung gewinnbringend. Im folgenden Kapitel wird anhand des *MKS* die Trinkwasserproblematik in Guadalajara dargestellt.

Das Modell umfasst drei Quadranten *Anzahl der Elemente* (blau), *Vernetzungsgrad* (grau) und *raumzeitliche Dynamik* (orange) (vgl. Abbildung 3.7). Dem *MKS* entsprechend werden die Aspekte der Trinkwasserproblematik in Guadalajara den verschiedenen Ober- und Unterkategorien zugeordnet, zum Beispiel werden die „*Bewohner*innen der Metropolregion unterteilt nach Stadtvierteln*“ der Oberkategorie *Anzahl der Elemente* (blau) und der Unterkategorie *Akteure* (erster Unterpunkt) zugeordnet (Abbildung 5.8).

Hinleitung

Die Abbildungen (5.8, 5.9, 5.10) zeigen entsprechend der Aspekte eines *Komplexen Systems* Beispiele und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Das heißt, es wird eine Auswahl der *Akteure* oder *Faktoren* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara genannt. Viele Aspekte der Trinkwasserproblematik in Guadalajara können den Kategorien des *MKS* zugeordnet werden. Auf Grundlage der vorherigen Beschreibung der Situation in Guadalajara (Kapitel 5.2) wurde eine Auswahl der wichtigsten Aspekte getroffen und in gleicher Form wie das *MKS* dargestellt (Abbildungen 5.8, 5.9, 5.10). Nicht aufgeführte Aspekte können

in der *Black-Box* zusammengefasst werden. So werden sie im Ganzen berücksichtigt, doch aufgrund des bisher wenig beobachteten Einflusses subsummiert.

Im Allgemeinen handelt es sich bei der Trinkwasserproblematik in Guadalajara um ein operativ geschlossenes System (vgl. Abbildung 3.5), da ein Austausch mit anderen Systemen (andere Ökosysteme, andere Städte) und systemspezifische Operationen existiert. Zum Beispiel ist die Wirtschaft der Stadt eng mit der gesamtmexikanischen verknüpft oder das Ökosystem der Stadt verzahnt sich mit dem Ökosystem der Seeregion Chapala. Weiter bestehen Operationen innerhalb der Stadt, die stadt-spezifisch sind, wie zum Beispiel das Wasserversorgungsnetz. Aus diesen Gründen kann die Trinkwasserproblematik in Guadalajara als operativ geschlossenes System betrachtet werden.

Offenheit des Systems

Im Nachfolgenden werden zunächst *Elemente*, anschließend Aspekte des *Vernetzungsgrades* sowie Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara anhand des *MKS'* illustriert.

Elemente eines *Komplexen Systems* sind *Akteure*, *Faktoren* und *Strukturen* (vgl. Abbildung 5.8). Wichtige *Akteure* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara sind die *Bewohner*innen der Metropolregion Guadalajara*. Aufgrund der hohen sozioökonomischen Differenz müssen die *Bewohner*innen* in der Betrachtung nach den verschiedenen Stadtvierteln unterteilt werden. Der sozioökonomische Status resultiert in verschiedenen Interessen- und Einflusslagen (vgl. Kapitel 5.2).

Akteure

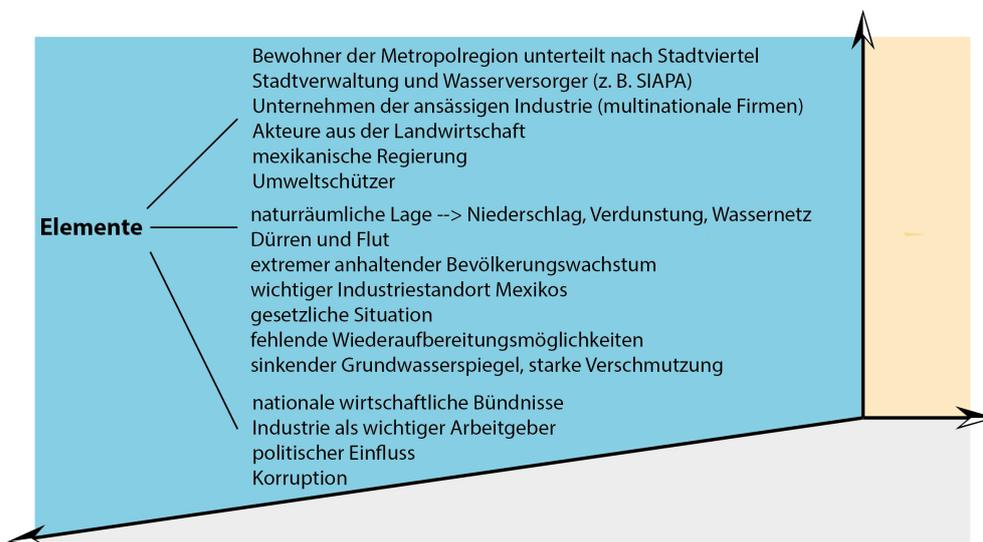


Abbildung 5.8: Die Elemente der Trinkwasserproblematik in Guadalajara nach dem *MKS* (Abbildung 3.7, Quelle: eigene Darstellung nach 5.2)

Ein weiterer *Akteur* ist die Stadtverwaltung mit den angegliederten

Wasserversorgungsunternehmen, die zum einen für den Ausbau und zum anderen den Erhalt der Infrastruktur zuständig ist. Zusätzlich existieren in der Trinkwasserproblematik in Guadalajara *Akteure* aus der Industrie, die meist ausländische Firmen sind, *Akteure* aus der Landwirtschaft, die noch einmal unterteilt werden können in Großkonzerne und Kleinbauern, die häufig in Verbänden organisiert sind, die Staatsregierung Mexiko, die direkte und indirekte wirtschaftliche Interessen an der Situation in Guadalajara haben und außerdem *Akteure* des Umweltschutzes, welche in der Metropolregion Guadalajaras, in den suburbanen Gebieten Guadalajaras oder in der umliegenden Umgebung agieren. Zusätzlich existieren weitere *Akteure*, die in der Summe unter der Blackbox gefasst werden.

Neben den *Akteuren* sind *Faktoren* weitere *Elemente* eines *Komplexen Systems* (vgl. Abbildung 5.8). Die bestimmenden *Faktoren* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara lassen sich zum einen in primäre Faktoren, wie die *naturräumliche Lage* und daraus resultierende *Faktoren* wie Niederschlag, Oberflächenwasser u. a. sowie in sekundäre *Faktoren* zusammenfassen. Die sekundären *Faktoren* sind meist vom Menschen verursacht und wirken verstärkend im Bezug auf die Trinkwasserproblematik. Solche *Faktoren* sind aus einer physisch-geographischen Perspektive die Zunahme von *Überflutungen* und *Dürreperioden*, der *sinkende Grundwasserspiegel* und die *starke Verschmutzung der Gewässer*. Aus human-geographischer Perspektive sind solche Faktoren das *extreme, anhaltende Bevölkerungswachstum*, die Bedeutung Guadalajaras als *wichtiger Industriestandort Mexikos*, die *gesetzliche Situation* und die fehlende Technologie zur *Wiederaufbereitung* des Wassers und zum Ausbau der Wasserinfrastruktur. Ein weiterer solcher *Faktoren* ist die unklare Zuständigkeit über die Situation der Flüsse. Die Flüsse um Guadalajara liegen häufig an Verwaltungsgrenzen (vgl. 5.1), weshalb sich niemand dafür verantwortlich fühlt beziehungsweise die Verantwortung von sich weist. Zusätzlich ist das vorherrschende Flächenwachstum ein wesentlicher sekundärer *Faktor*, der eine große Auswirkung auf die Trinkwasserproblematik hat (vgl. Kapitel 5.2).

Bestimmende *Strukturen* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara sind *national wirtschaftliche Bündnisse*, die zum einen die Rolle Guadalajaras in der mexikanischen Wirtschaft sichern, aber auch den Einfluss auf direkte Umweltfragen, wie die Verschmutzung der Flüsse bestimmen. Dieser Aspekt bedingt den *Faktor* der Rolle der Industrie als wichtiger Arbeitgeber*innen in der Region. Aufgrund dessen besteht eine hohe Abhängigkeit der meisten Familien von den dort ansässigen Konzernen, was wiederum die Trinkwasserproblematik beeinflusst. Dieser Aspekt leitet zu einer weiteren bestimmenden *Struktur*: die hohe *Korruptionsrate* in Mexiko. Aufgrund dessen ist ein direkter und gleichberechtigter Einfluss aller *Akteure* und *Faktoren* unwahrscheinlich. Die hohe Willkür ist im Interesse Einzelner, welche eine Stabilisierung der Situation zur Folge hat.

Faktoren

Strukturen

Zusammenfassend bilden verschiedene *Akteure, Faktoren* und *Strukturen* die Basis des *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara. Diese Elemente sind miteinander verbunden (*Vernetzungsgrad*) und stehen in einer *raumzeitlichen Dynamik*, welche im Folgenden genauer dargestellt werden.

Die Darstellung des *Vernetzungsgrades* folgt dem *MKS*, das heißt es werden nacheinander Systembeziehungen, Systemorganisationsprozesse, Aspekte der Ganzheitlichkeit und Aspekte der Hierarchisierung gezeigt (vgl. Abbildung 5.9).

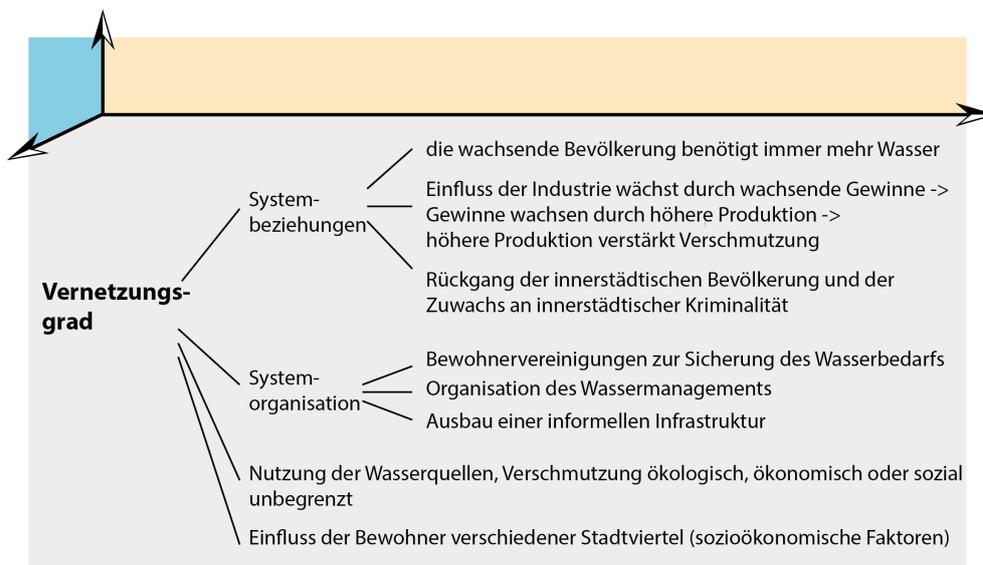


Abbildung 5.9: Der Vernetzungsgrad der Trinkwasserproblematik in Guadalajara nach dem *MKS* (Abbildung 3.7, Quelle: eigene Darstellung nach 5.2)

Der Aspekt der *Systembeziehungen* untergliedert sich in *lineare, kausale* und *korrelierte Systembeziehungen*. Die Systembeziehungen sind eng verzahnt mit den *Elementen*, da sie diese untereinander verbinden. *Elemente* des *Komplexen Systems* können in *linearer, kausaler* oder *korrelierter* Verbindung zueinander stehen. Zum Beispiel veranschaulicht das Verhältnis der *wachsenden Bevölkerung* zum *steigenden Wasserbedarf* eine *lineare Systembeziehung* in der Trinkwasserproblematik in Guadalajara (vgl. Abbildung 5.9). Beide Elemente stehen in einem direktem eindimensionalen Verhältnis zueinander. Dahingegen ist das Verhältnis des *Einflusses der Industrie* auf die stärker werdende *Verschmutzung der Gewässer* über die Faktoren der *wachsenden Gewinne* und der *steigenden Produktion* ursächlich miteinander verknüpft. Durch einen höheren *Einfluss der Industrie* kann diese ihre *Produktion* steigern, die mehr Schmutzwasser erzeugt, welches letztlich zur weiteren *Verschmutzung der Gewässer* führt (vgl. Abbildung 5.9). Die dritte mögliche *Systembeziehung* wird beispielhaft durch den *Zuwachs an innerstädtischer Kriminalität*

Systembeziehungen

lität aufgrund des *Rückgangs der innerstädtischen Bevölkerung* dargelegt (vgl. Abbildung 5.9). In einer *korrelierten Systembeziehung* stehen die *Elemente* zwar in einem mehrdimensionalem Verhältnis zueinander. Das heißt der *Rückgang der innerstädtischen Bevölkerung* ist neben anderen *Faktoren* wie zunehmende Verarmung der innerstädtischen Bevölkerung, steigender Einfluss von Drogenbanden u.a. ein *Faktor*, der die Ursache für die steigende Kriminalität in der Innenstadt ist und damit auf den Wasserverbrauch in der Innenstadt (vgl. Abbildung 5.9). Diese Beispiele illustrieren mögliche *Systembeziehungen* in der Trinkwasserproblematik in Guadalajara.

Die Beschreibung der *Systemorganisationsprozesse* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara wird im Folgenden beispielhaft an den Aspekten der *Selbstorganisation*, *Selbststabilisierung* sowie *Selbstregulation* erfolgen. Die Bevölkerung verschiedener Stadtteile in Guadalajara schließt sich in manchen Fällen in Organisationen zusammen, um eine Sicherung von Trinkwasser zu gewährleisten. Solche *Bewohnervereinigungen* können innerhalb der Vereinigungen die Wasserverteilung und auch Wasserspeicherung organisieren, weshalb die Versorgungslage des Einzelnen verbessert werden kann. Diese *Bewohnervereinigungen* sind ein Beispiel für die *Selbstorganisation* im *Komplexen System* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara. Die Organisation der Wasserverteilung, -aufbereitung und Dokumentation der Wasserverschmutzung soll durch das *Wassermanagement* gewährleistet werden. Dieses Organ ist ein Beispiel für die *Selbststabilisierung* des *Komplexen Systems*. Um innerhalb eines *Komplexen Systems* die Strukturen aufrecht zu erhalten, das heißt um *Selbstorganisation* und *Selbststabilisierung* zu ermöglichen, bedarf es *Regulierungsprozesse*, welche das System im existierenden Zustand erhalten. Ein Beispiel aus dem *Komplexen System* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara ist der *Ausbau der informellen Infrastruktur*, das heißt zum einen das Anzapfen der Leitungen, zum anderen aber auch der illegale Bau von Brunnen. Solche Maßnahmen regulieren das *Komplexe System* in Guadalajara. Ein zusätzlicher *selbststabilisierender* Aspekt ist die fehlende Kommunikation der privaten Bauunternehmen, welche die suburbanen Wohnviertel errichten, mit der Stadtplanung. Aus diesem Grund werden neue Wohngebiete gar nicht oder erst nach langer Zeit an das städtische Wassersystem angeschlossen, was vor allem für den Abtransport des Abwassers problematisch ist. So verschärft sich die Verschmutzung der Landschaft und folglich des Grundwassers, was das Interesse der Stadtplanung diese Gebiete in die Planung einzubeziehen beeinträchtigt. So wirkt dieser Aspekt stabilisierend auf das *Komplexe Systeme* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara.

Weitere Aspekte des *Vernetzungsgrades* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara sind die *Ganzheitlichkeit* sowie die *Hierarchisierung* der Systembeziehungen (vgl. Abbildung 5.9). *Ganzheitlichkeit* umfasst begriffsimmanent eine Fülle von Aspekten. Im Bezug auf die Trinkwas-

Systemorganisation

weitere Aspekte

serproblematik in Guadalajara kann es eine Darstellung der verschiedenen *Wasserquellen* für die Bevölkerung Guadalajaras bedeuten, das heißt die Illustration der Verwendung des Leitungswassers, das Bohren von eigenen Brunnen, hausinterne Speichermöglichkeiten oder der Kauf von Trinkwasser in Flaschen als ganzheitliche Darstellung der potenziellen *Wasserquellen* der Bevölkerung (vgl. Abbildung 5.9). Eine Möglichkeit der *Hierarchisierung* kann die Darstellung des *unterschiedlichen Einflusses der Bevölkerung der unterschiedlichen Stadtviertel* sein. Wie bereits im Kapitel 5.2 erläutert, ist der sozioökonomische Status der Bevölkerung ein bestimmender Einflussfaktor (vgl. Abbildung 5.9), weshalb hier die Darstellung einer Hierarchisierung geeignet ist.

Zusammenfassend verbindet der *Vernetzungsgrad* mit seinen *Systembeziehungen* (z. B. die kausale Beziehung zwischen dem Einfluss der Industrie mit der zunehmenden Verschmutzung der Gewässer), den *Systemorganisationsprozesse* (z. B. die Organisation des Wassermanagements), der *Ganzheitlichkeit* (z. B. die verschiedenen Möglichkeiten von Wasserquellen) und die *Hierarchisierung* (z. B. die sozioökonomische Schichtung der Bevölkerung) die *Akteure* (z. B. die Bevölkerung, industrielle Unternehmen oder die Stadtverwaltung), *Faktoren* (z. B. die Gesetzgebung, die Wasserqualität oder der Bevölkerungswachstum) und *Strukturen* (z. B. wirtschaftliche und politische Bündnisse).

Wesentlich für die Betrachtung eines *Komplexen Systems* ist die Berücksichtigung der Entwicklung in Raum und Zeit. Aus diesem Grund werden im Folgenden Beispiele einer *raumzeitliche Dynamik* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara vorgestellt. Die Differenzierung der

raumzeitliche
Dynamik

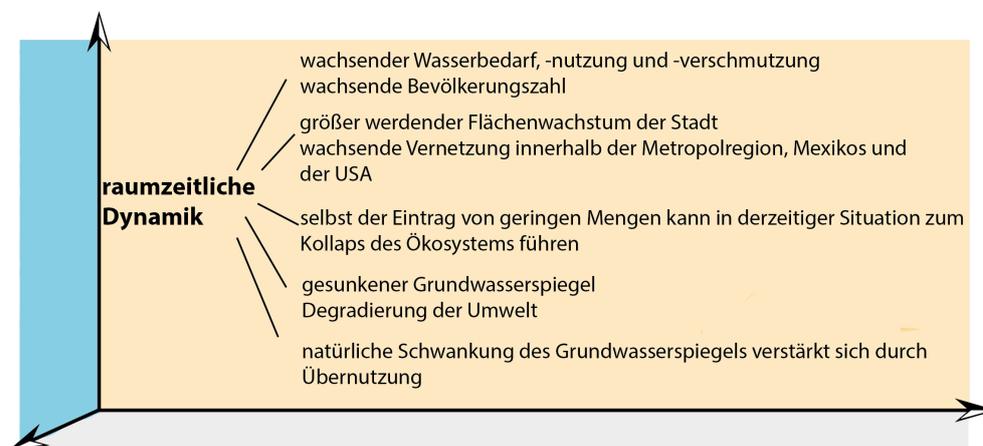


Abbildung 5.10: Die raumzeitliche Dynamik der Trinkwasserproblematik in Guadalajara nach dem *MKS* (Abbildung 3.7), Quelle: eigene Darstellung nach 5.2)

raumzeitlichen Dynamik nach dem *MKS* (vgl. Abbildung 3.7) zeigt fünf Unterkategorien, die zur Beschreibung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara verwendet werden. *Organisationsprozesse in zeitlicher Ent-*

wicklung sind in Guadalajara unter anderem der *wachsende Wasserbedarf* oder die *wachsende Wasserverschmutzung*. Das heißt in der Zukunft ist aufgrund der bisherigen Entwicklung davon auszugehen, dass sowohl der Bedarf an Wasser weiter steigt, als auch die Verschmutzung der Gewässer. Als *Organisationsprozess in räumlicher Entwicklung* kann zum Beispiel das Phänomen des vorherrschenden Urban Sprawl kategorisiert werden. Aufgrund der gesetzlichen Lage und der bisherigen Entwicklung (vgl. Kapitel 5.2) ist von einem weiter steigenden Flächenwachstum auszugehen, der vor allem aus Wohnsiedlungen für verschiedene soziale Gruppen besteht (vgl. Budke et al., 2015: 8).

Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara hat bereits so ein kritisches Potenzial erreicht, dass der weitere Eintrag von verschmutztem Wasser in die Gewässer in und um Guadalajara zum Zusammenbrechen des gesamten Ökosystems führen kann. Dieser Aspekt kann als *potenzieller Schmetterlingseffekt* kategorisiert werden. Selbst ein kleiner Eintrag von Schmutzwasser kann mittlerweile enorme überregionale Folgen verursachen. Dieses Phänomen kann zu einer gesamten *Degradierung der Umwelt* führen, was nur mit sehr großem finanziellen, sozialen und politischen Aufwand rückgängig gemacht werden könnte. Das ist ein Aspekt der *Irreversibilität* eines Systems. Das *Zusammenwirken von verschiedenen Systemelementen* kann zu neuen *Elementen* oder neuen Aspekten des *Vernetzungsgrads* führen. Dieser Aspekt der *raumzeitlichen Dynamik* ist in der Trinkwasserproblematik in Guadalajara in der *Verstärkung der Übernutzungserscheinungen* durch die *natürlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels* zu beobachten. Resümierend bildet die *raumzeitliche Dynamik* die Entwicklung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara ab.

Schlussfolgernd bildet die Kategorisierung der *Elemente* sowie deren Verbindung über den *Vernetzungsgrad* unter Berücksichtigung der *raumzeitlichen Dynamik* eine detaillierte Betrachtung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System*. Das besondere Potenzial des MKS' liegt in der Bewertung und Prognose der weiteren Entwicklung in Guadalajara.

6 Forschungsvorgehen

Zur Erforschung der Wahrheit bedarf es notwendig der Methode.

René Descartes

Nach der theoretischen Klärung *Komplexer Systeme* (vgl. Kapitel 3.2) und der Anwendung auf das geographische Beispiel der Trinkwasserversorgung in Guadalajara (Mexiko) (vgl. Abbildungen 5.8, 5.9, 5.10) wurde ein Modell *Komplexe Systeme (MKS)* (vgl. Abbildung 3.7) und ein Kompetenzstufenmodell zur *Darstellung Komplexer Systeme (KSM)* (vgl. 3.10) entwickelt. Es wurde dargestellt, welche Rolle Argumentationen bei der Darstellung *Komplexer Systeme* spielen könnten (vgl. Kapitel 4.5), wie Argumentationen bewertet werden können und welche Argumentklassen abgegrenzt werden können (vgl. Kapitel 4.2). Diese Darstellungen dienen der Auswertung der Schüler*innentexte, die während der empirischen Phase entstanden.

6.1 Einordnung des Forschungsvorgehens

Ziel der Forschungsarbeit ist es, die Darstellung *Komplexer Systeme* in Schüler*innentexten zu untersuchen und den Zusammenhang zu Argumentationen zu klären. Dies geschieht anhand einer kriteriengestützten Untersuchung von Schüler*innentexten. Zur Analyse wurde ein Instrument zur Beschreibung und Messung von Komplexen Systemen im Geographieunterricht (vgl. Abbildung 2.4) entwickelt. Das Instrument wurde durch verschiedene Elemente in der Forschungsarbeit gestützt und fortwährend rückversichert. Dieser Prozess umschließt Phasen vor und nach der Entwicklung des Instruments (vgl. Abbildung 2.4). Das theoretische Modell *Komplexe Systeme (MKS)* (vgl. 1 in Abbildung 2.4) sowie die Operationalisierung des *MKS'* (vgl. 2 in Abbildung 2.4 und vgl. Abbildung 3.8) führten zum einen zur Entwicklung des Instruments *KMS* (vgl. 3 in Abbildung 2.4) und dienten zum anderen in der gesamten Forschungsarbeit der theoretischen Fundierung. Um das theoretische *MKS* für die Geographie zu veranschaulichen wurde das Mensch-Umwelt-System der Trinkwasserproblematik in Guadalajara nach diesen Kriterien untersucht und kategorisiert (vgl. 1a in Abbildung 2.4 und

vgl. Abbildungen 5.8 - 5.10). Diese Visualisierung stützt das theoretische *MKS* der *Komplexen Systemen* darüber hinaus. Weiter konnte das *MKS* in die kommunikative Handlung der Argumentation eingeordnet werden (vgl. 1b in Abbildung 2.4 und vgl. Abbildung 4.6). Zur Messung der verschiedenen Kompetenzstufen des Modells zur *Darstellung Komplexer Systeme (KSM)* wurden Kriterien und ein Codebaum (vgl. 4 in Abbildungen 2.4 und Abbildung 6.5) entwickelt, welche die Bewertung der Schüler*innentexte nach dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) ermöglicht.

Die Schüler*innentexte aus der empirischen Erhebung wurden zunächst aufbereitet, das heißt digitalisiert und nach Erhebungsform kategorisiert sowie entsprechend dem entwickelten Codebaum (vgl. Abbildungen 6.5) kodiert. Daraufhin folgte die Auswertung der Daten aus den Schüler*innentexten nach den vier Inhaltsfeldern sowie den Forschungsfragen (vgl. 6 in Abbildung 2.4 und vgl. Abbildung 6.7). Die Ergebnisse der Untersuchung dienten der kritischen Reflexion des *KSMs*, das heißt des entwickelten Instruments zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen* im Geographieunterricht.

6.2 Erläuterung des Forschungsvorgehens

Im folgenden Kapitel wird zunächst das empirische Vorgehen der Erhebung und das methodische Vorgehen der Auswertung der Schüler*innentexte erläutert. Dieses methodische Vorgehen ist in die Untersuchung der inhaltlichen, sprachlichen und argumentativen Qualität gegliedert. Zusätzlich werden anhand der Schüler*innentexte das *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) als Messinstrument zur Erfassung von *Komplexer Systeme* überprüft. Darüber hinaus werden die Schüler*innentexte mit Hilfe des Kompetenzstufenmodells *Argumentation* nach Budke et al. (2010) (vgl. Abbildung 4.5) untersucht. Es wird auf Grundlage der Schüler*innentexte analysiert, inwiefern argumentative Qualität und die Erfassung *Komplexer Systeme* in Verbindung stehen. Das Kapitel schließt mit einer Darstellung methodischer Probleme.

6.2.1 Erläuterung der empirischen Erhebung

Die empirische Erhebung wurde in zwei Kursen der 11. Klasse (Q1) in Gymnasien des Großraums Köln durchgeführt. Am Albert-Schweitzer-Gymnasium Hürth nahmen 19 Schüler*innen an der Erhebung teil. Am Gymnasium Herkenrath nahmen 26 Schüler*innen teil. Die Erhebung erfolgte in den Geographiestunden am Ende des Schuljahres 2013 an einem Block. Das heißt, die Schüler*innen beschäftigten sich zwei Wochen in den Geographiestunden mit der Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Erläuterung
der Stichprobe

(Mexiko).

Beide Geographiekurse hatten zuvor keine Unterrichtseinheit zur Trinkwasserproblematik in einem spezifischen Raum, beispielsweise einer Stadt, sondern kannten die Wasserproblematik nur allgemein. Den Schüler*innen war der globale Wasserkreislauf aus dem Geographieunterricht und anderen naturwissenschaftlichen Fächern bekannt. Weiterhin behandelten sie den Großraum Mittel- und Südamerika, jedoch nicht Mexiko im Speziellen. Dieses Vorwissen wurde bei der Geographielehrerin beziehungsweise dem Geographielehrer erfragt. In der Gruppe aus Hürth lernten einige Schüler*innen Spanisch in der Schule, weshalb sie ein besonderes Interesse zum thematisierten Raum angaben.

Die Erhebung erfolgte in sieben Phasen: 1. Pilotierung, 2. Testphasen (Einstufungstest), 3. Inputphase (virtuelle Exkursion), 4. Inputphase (Arbeitsblätter), 5. Inputphase (Gruppendiskussion), 6. Abschlusstest und 7. einer Evaluationsphase (6.1).

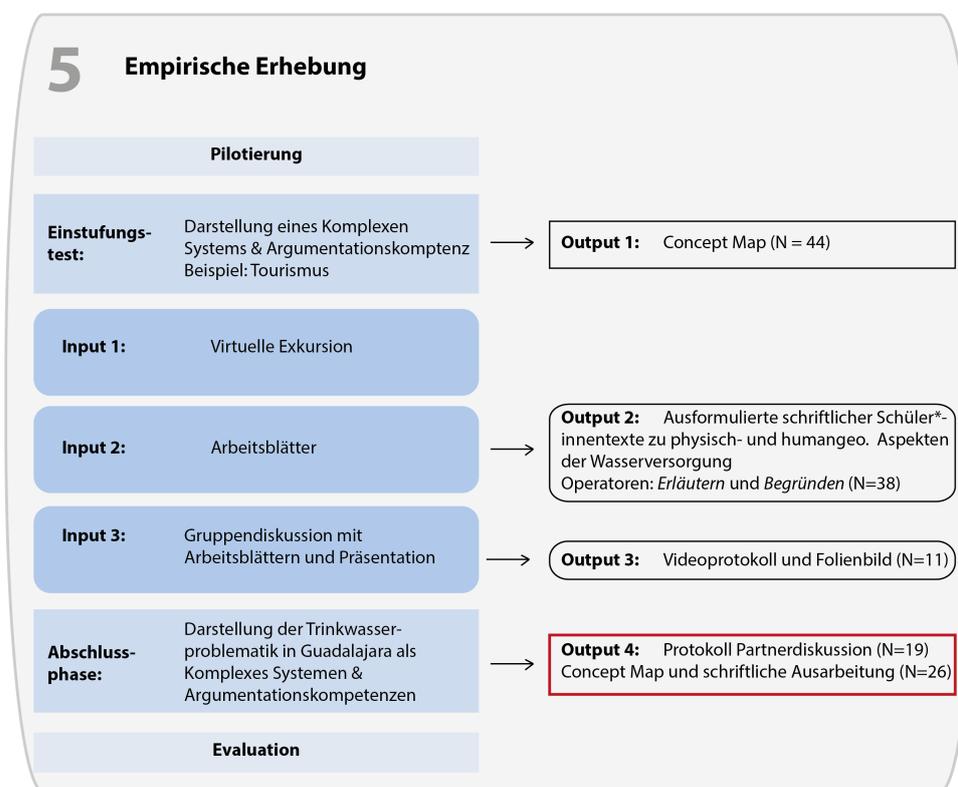


Abbildung 6.1: Forschungsdesign der empirischen Erhebung, Quelle: eigene Darstellung

In der Pilotierung wurden alle Arbeitsblätter (siehe Anhang) von Geographiestudierenden (N=3) und Schüler*innen der Q1 und Q2 (N=3) getestet und anschließend im Sinne einer höheren Verständlichkeit angepasst. Zur Erfassung des methodischen Wissens, das heißt, zum Umgang mit Concept Maps und ihrer Argumentationskompetenz wurde ein Vor-

Pilotierung
& Anfangstext

test zum Thema Tourismus mit den Schüler*innen durchgeführt (siehe Anhang). In diesem sollten die Schüler*innen mit Hilfe einer Concept Map, die noch einmal kurz erläutert wurde, zwei Thesen zum Tourismus auf einer fiktiven Insel beziehungsweise in der Alpenregion diskutieren. Tourismus wurde als Thema gewählt, da beide Gruppen das Thema zuvor bereits intensiv behandelt hatten und das Thema ebenfalls aus der Perspektive von *Komplexen Systemen* betrachtet werden kann. Zur zusätzlichen Stützung der Diskussion wurde der Aufgabe ein Einleitungstext mit verschiedenen thematischen Aspekten vorangestellt. Die Methode des Concept Mappings wurde ausgewählt, da sich die Visualisierung von komplexen Inhalten in Form eines Netzes mit verschiedenen Knotenpunkten und Relationen in verschiedenen didaktischen Forschungen bewährt hat (vgl. Budke, 2015: 341ff.). Entwickelt wurde die Methode bereits in den frühen 1970 von Joseph D. Novak (vgl. Novak & Cañas, 2008) zur Darstellung hierarchisierter Strukturen und seither verschieden verwendet und ausgebaut (vgl. Novak & Gowin, 1984; Schramke, 1999; Ossimitz, 2002; Novak & Cañas, 2008). Der Anfangstest diente vor allem der Aufteilung in leistungshomogene Arbeitsgruppen für die darauf folgenden Arbeitsphasen.

Nach dem Einstufungstest erhielten die Schüler*innen einen ersten Input zur Trinkwasserproblematik in Guadalajara mit Hilfe einer virtuellen Exkursion (siehe beigegefügte CD) zum Thema. Diese wurde individuell in einer Schulstunde bearbeitet. Die virtuelle Exkursion beschäftigt sich mit dem Thema Wasser in Guadalajara und wurde von der Universität zu Köln in Zusammenarbeit mit der Universität Potsdam erstellt (vgl. Budke et al., 2010). Die Exkursion musste für die Erhebung durch drei Stationen ergänzt werden, die speziell für die Perspektive *Komplexer Systeme* entwickelt wurden. Das heißt, die neuen Stationen veranschaulichen besonders die Relationen und die raumzeitliche Dynamik nach dem Modell *Komplexe Systeme (MKS)* (vgl. Abbildung 3.7) in der Trinkwasserproblematik in Guadalajara. Die virtuelle Exkursion bietet eine hervorragende Möglichkeit, einen Eindruck über die Situation in Guadalajara zu gewinnen. Das Hinzufügen der drei neuen Stationen fokussierte zusätzlich die Bedeutung des Wassers in globaler Perspektive (vgl. Station *Wasser, das blaue Gold*), um eine stärkere Anknüpfung an die Lebenswirklichkeit der Schüler*innen zu erreichen. Weiter wurde der Wasserkreislauf als System der Erde dargestellt (vgl. Station *Wasserkreislauf*) sowie eine räumliche Einordnung der Lebensverhältnisse in Abhängigkeit von Wasser in Guadalajara in der dritten Station (vgl. *vive Guadalajara*). Alle neuen Stationen in der virtuellen Exkursion enthalten Aufgaben, welche die Voraussetzung zur Weiterbearbeitung der Station sind. Bei falscher Beantwortung der Fragen werden die Nutzer*innen automatisch wieder zum Beginn der Station geleitet, wobei sie drauf aufmerksam gemacht werden, wo sie in der Station zur Lösung der Frage recherchieren können. Die erste Station *Wasser, das blaue Gold* besteht aus drei Unterstationen, die sich mit der Bedeutung des Wassers in der globalen Perspektive

virtuelle Ex-
kursion

auseinandersetzen, und einem abschließenden Quiz. Die erste Unterstation thematisiert die grundsätzliche Bedeutung von Wasser im globalen Kreislauf, die zweite Unterstation erläutert virtuelles Wasser anhand von Beispielen (Abbildung 6.2). Die dritte Unterstation illustriert durch den



Abbildung 6.2: Station *virtuelles Wasser* aus der Exkursion *Wasser in Guadalajara*

Aufbau einer kolorierten Weltkarte den Wasserverbrauch pro Land in der Zeit von 1996 - 2005. Abschließend können die Nutzer*innen der Exkursion Fragen, welche die Definition zum *waterfootprint* ergeben, mit Hilfe des vorher erworbenen Wissens beantworten (Abbildung 6.3).

Die zweite Station zeigt eine animierte Darstellung des Wasserkreislaufs mit blauem, grünem und grauem Wasser. Innerhalb der Station müssen Fragen beantwortet werden, die bei korrekter Antwort zum nächsten Aspekt des Wasserkreislaufs führen (Abbildung 6.3).

In der dritten Station *vive Guadalajara* berichten vier fiktive Bewohner*innen, wie und wo sie in der Stadt leben (Abbildung 6.4). Eine Bildpräsentation mit Fotos aus Guadalajara unterstützen die Audioaufnahmen der Bewohner*innen. Es erzählen ein Umweltschützer, eine Bewohnerin aus einer Marginalsiedlung, ein junger Mann aus einer Siedlung der unteren Mittelschicht sowie eine junge Frau der oberen Mittelschicht von ihrem täglichen Leben und ihrem Umgang mit Wasser. Abschließend können die Nutzer*innen der Exkursion auf der Karte die vier Personen verorten, um zu überprüfen, ob sie die entsprechenden Wohnbedingungen

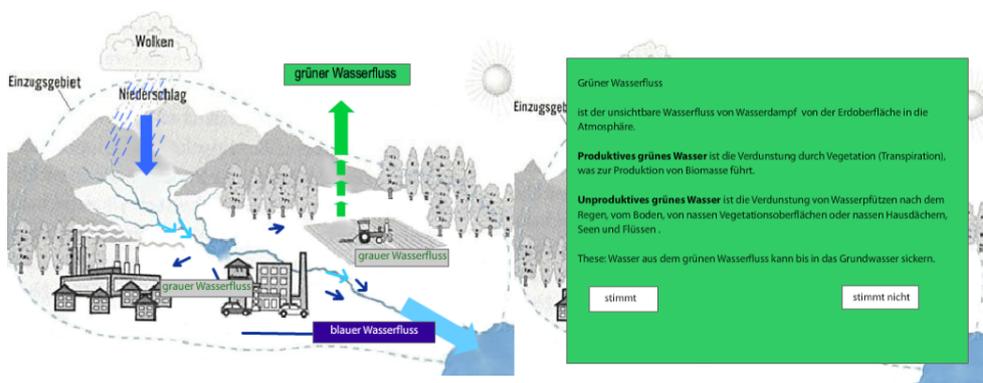


Abbildung 6.3: Station *Wasserkreislauf* aus der Exkursion *Wasser in Guadalajara* mit Aufgabe

in der Stadt einordnen können.

Die Schüler*innen erhalten durch die virtuelle Exkursion einen Überblick und Informationen über allgemeine Aspekte der Trinkwasserproblematik und spezialisieren sich in der dritten Station auf das Leben mit Wasser in Guadalajara. Die virtuelle Exkursion dient vornehmlich dem Input und beinhaltet Zwischenphasen der Reproduktion (vgl. DGfG, 1014; Klieme et al., 2013; KMK, 2005; Sitte, 2011: 39).

Nach der Einführung durch die virtuelle Exkursion erhielten die Schüler*innen begleitet durch die Forscherin und die reguläre Lehrkraft zwei Arbeitsblätterblöcke, die sie weiter über die Thematik informierten und die von ihnen neben einer Reproduktion bereits eine Reorganisation des Wissens verlangte (siehe Anhang). Die Schüler*innen bearbeiteten die Arbeitsblätter individuell. Es gab Arbeitsblätter, die sich aus physisch-geographischer Perspektive mit der Trinkwasserproblematik in Guadalajara beschäftigten und Arbeitsblätter mit humangeographischer Perspektive. Beide Blöcke führten sukzessiv zu einer Erörterung (Aufgabe 4 der Arbeitsblätter *Physische Voraussetzungen*) beziehungsweise zu einer Begründung (Aufgabe 3 der Arbeitsblätter *Wohnen in Guadalajara*).

Die gewonnenen Informationen dienten zur Stützung der nächsten Phase (Phase 3: Gruppendiskussion). In dieser Phase lag der Schwerpunkt auf der Diskussion und dem gegenseitigen Austausch über die Wasserproblematik. In mehreren Gruppen à drei bis vier Schüler*innen wurde die Wasserversorgung in Guadalajara neu geplant und anschließend der Klasse präsentiert sowie teilweise mit nachfolgenden Ausarbeitungen ergänzt. Diese Phase diente der Intensivierung und Sicherung der erfassten Informationen über die Wasserproblematik in Guadalajara im Sinne des dritten Anforderungsbereichs, der Reflexion und Problemlösung (vgl. DGfG, 1014; Klieme et al., 2013; KMK, 2005; Sitte, 2011: 41). Die Präsentationen wurden durch Schemata, welche die Schüler*innen auf Folien

Arbeitsblätter

Gruppendiskussion



Abbildung 6.4: Beispielbewohner der Station *vive Guadalajara* aus der Exkursion *Wasser in Guadalajara*

notierten gestützt.

Abschließend mussten die Schüler*innen - ähnlich zum Anfangstest - zu zwei Thesen, die sich mit Aspekten der Trinkwasserproblematik in Guadalajara auseinandersetzen, Stellung nehmen (siehe Anhang). Diese Stellungnahmen erfolgten auf zwei Weisen. In Hürth diskutierten die Schüler*innen diese Thesen nach einer Erarbeitungsphase mit einer/m Partner*in, wobei Pro und Contra festgelegt wurden. In Herkenrath formulierten die Schüler*innen eine Erörterung, die durch eine vorher individuell entwickelte Concept Map gestützt wurde. So entstanden verschiedene mündliche und schriftliche Texte. Beide Abschlusstests sind den Anforderungsbereich III und damit dem höchsten Anforderungsbereich zuzuordnen, in dem von den Schüler*innen auf Grundlage ihres erworbenen Wissens eine Reflexion und Ansätze zum Problemlösen erwartet wurden (vgl. DGfG, 1014; Klieme et al., 2013; KMK, 2005; Sitte, 2011). Die Vielfalt der entstandenen Texte ermöglicht im Sinne einer methodeninternen Triangulation nach Flick (2004: 128ff.) die Verfolgung der verschiedenen Forschungsfragen der Arbeit, im speziellen der Untersuchung besonders geeigneter Textsorten oder Erarbeitungsformen (vgl. 2) und der permanente Abgleich mit dem theoretischen MKS (vgl. Abbildung 2.4) (vgl. Strübing, 2008). Beide Gruppen evaluierten anhand eines Fragebogens die Unterrichtssequenz sowie das Material.

Abschlusstest

6.2.2 Erläuterung der Datenauswertung

Die Arbeit vereint zwei wesentliche didaktische Felder. Zum einen die Darstellung *Komplexer Systeme*, zum anderen die Verwendung von Argumentation zur Darstellung *Komplexer Systeme*. Es resultieren übergeordnete Fragestellungen mit verschiedenen Inhaltsfeldern, die in der Einleitung ausführlich erläutert wurden (vgl. Kapitel 2). Zusätzlich soll in der vorliegenden Arbeit das Kompetenzstufenmodell zur *Darstellung Komplexer Systeme (KSM)* als Mess- und Beschreibungsinstrument für Schüler*innentexte evaluiert werden (vgl. Abbildung 2.4). Die Entwicklung des Instruments umfasste mehrere Phasen, die der fortlaufenden Überprüfung des Instruments dienten. Im folgenden Kapitel wird erläutert, wie in der Datenauswertung zur Klärung der Forschungsfragen vorgegangen wurde. Orientiert an der Chronologie des Kapitels wird zunächst die ganzheitliche, anschließend die inhaltliche, die sprachliche und abschließend die argumentative Betrachtung erläutert (vgl. Abbildung 6.7).

Hinführung

Der Auswertung vorgelagert ist die Aufbereitung der Daten. Nach der Transkription aller Schüler*innentexte wurde diese mit Hilfe eines Codebaums (vgl. Abbildung 6.5) kodiert, der aus dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) entwickelt wurde. Die Codierung folgte der Methode des *Theoretischen Kodierens* nach Strauss & Corbin (1996) sowie Strübing (2004). Die verschiedenen Kategorien des Codebaums entsprechen den Kategorien des *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) und können konkret gefüllt werden mit Beispielen des *MKS'* am Beispiel von Guadalajara (vgl. Abbildungen 5.8 - 5.10).

Datenaufbereitung

Die Kodierung erfolgt anhand der Kategorien *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* und den dazugehörigen Unterkategorien (vgl. Abbildung 6.6). Die Kodierung wurde einheitlich durch die Forscherin vorgenommen und durch drei weitere geschulte Personen stichprobenartig überprüft. Als inhaltliche Basis gilt die fachliche Analyse der Trinkwasserproblematik in Guadalajara (vgl. Abbildung 5.8 – 5.10). Anschließend wurden alle Aussagen der Schüler*innentexte entsprechend des *KSMs* kategorisiert, das heißt in Aspekte der *Elemente*, des *Vernetzungsgrads* und der *raumzeitlichen Dynamik* mit ihren jeweiligen Unterkategorien eingeteilt (vgl. Abbildung 6.6). Es wurde neben den konkreten Begriffen auch der Kontext notiert, um die sprachliche Realisierung untersuchen zu können. Anschließend dienten diese Daten als Auswertungsgrundlage.

Treten in den Schüler*innentexten fachlich falsche Antworten auf, werden diese nicht kodiert und damit aus der Überprüfung der Fragestellungen und des *KSMs* ausgeschlossen. Es wurde auf Grundlage der Hauptforschungsfrage *Wie stellen Schüler*innen ein Komplexes System dar?* für das Außenvorlassen der Fehler entschieden, da die tatsächliche Dar-

fachliche
Richtigkeit

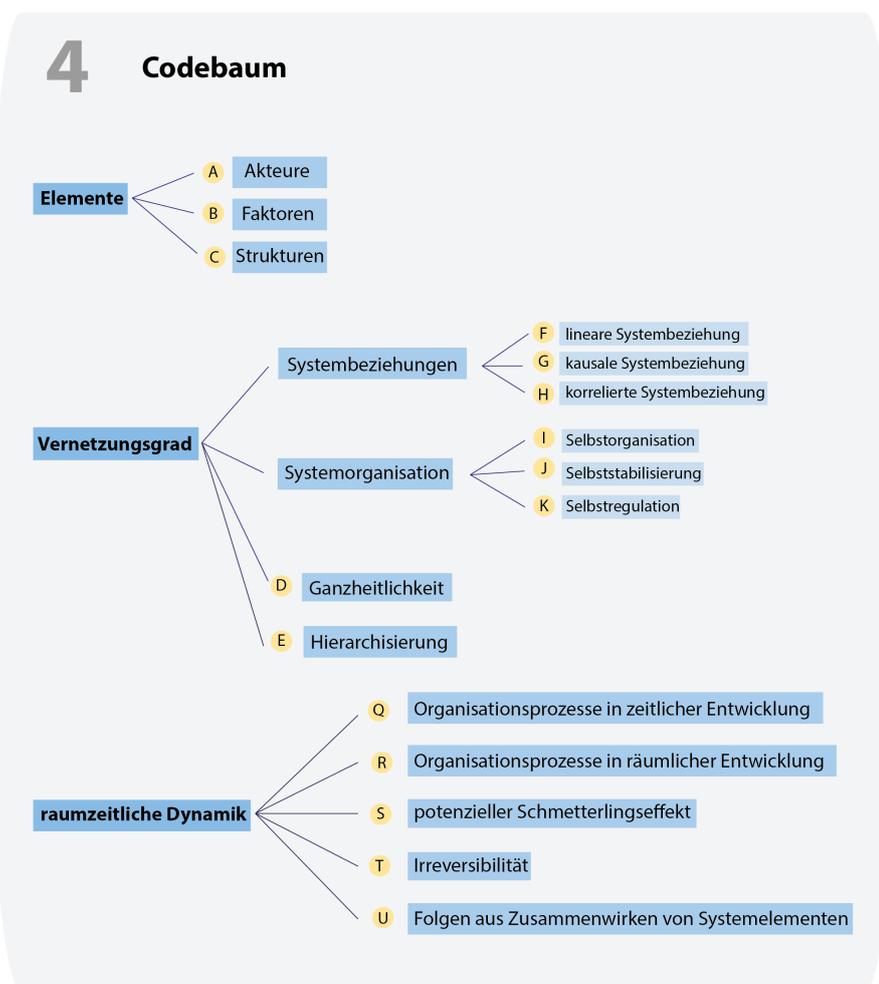


Abbildung 6.5: Codebaum nach dem *KSM*, eigene Darstellung

stellung untersucht werden soll. Eine Fehleranalyse in den Schüler*innentexten ist für eine spätere Förderung notwendig, jedoch nicht für die Deskription der Darstellung *Komplexer Systeme*.

In der Gesamtbetrachtung (vgl. Kapitel 7.1) sollen folgende Forschungsfragen geklärt werden:

1. Welche Dimensionen eines Komplexen Systems werden in den Schüler*innentexten dargestellt?
2. Sind Korrelationen zwischen den Dimensionen eines Komplexen Systems in den Schüler*innentexten erkennbar?
3. Existieren besonders geeignete Text- oder Erarbeitungsformen?

Es wurde zunächst die Anzahl der Kategorien *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* illustriert. Das heißt, es wurde gezählt, wie

Code	Textpassagen	Kategorie	Unterkategorie
25ETC	Unverständnis der Bewohner	Akteure	Elemente
25ETC	Verschmutzung des Grundwassers	Faktoren	Elemente
25ETC	mangelnder Bereitschaft, das Wasser zu bezahlen --> illegales Anzapfen der Wasservorräte --> Verluste der Unternehmen	lineare Systembeziehungen	Vernetzungsgrad
25ETS	Dies (Verschmutzung des Wassers) kann nach einiger Zeit zur Zerstörung der Umwelt führen.	zeitliche Entwicklung	raumzeitliche Dynamik

Abbildung 6.6: Beispiel der Kodierung der Schüler*innentexte, Quelle: eigene Darstellung

häufig diese Kategorien in Textpassagen dargestellt werden.

Zudem fand eine Charakterisierung der Texte nach Erhebungsform, das heißt nach Präsentationskript, Präsentationsgrafik, Diskussionstranskript, schriftliche Gruppenauswertung, schriftliche Auswertung der Einzelttexte und Concept Map statt (vgl. Abbildung 6.8). Zusätzlich wird gezeigt, ob es sich um einen konzeptionell mündlichen oder schriftlichen Text handelt und ob dieser in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit entstand (vgl. ebd.). Die Präsentationskripte und die Präsentationsgrafiken stammen aus der Gruppenpräsentation der Phase Input 3 (vgl. Abbildung 6.1) und sind zum einen die Transkriptionen der Gruppenpräsentation und die dazugehörigen Grafiken. Diese Texte stammen aus beiden Erhebungsgruppen. Die Diskussionstranskripte stammen aus der Abschlussdiskussion (vgl. Abbildung 6.1) und sind Transkripte der Partnerdiskussionen. Diese Erhebungsgruppe hat abschließend in Gruppenarbeit einen Text zur Neuplanung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara verfasst, der in den schriftlichen Gruppenauswertungen realisiert wurde. Die schriftlichen Auswertungen sowie die Concept Maps wurden von der anderen Erhebungsgruppe in der Abschlussphase (vgl. Abbildung 6.1) erstellt. Die Betrachtung der Erhebungsform wird auf die ganzheitliche Untersuchung der Kategorien *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* bezogen. Es bleibt in der getrennten Betrachtung der verschiedenen Schüler*innentexten zu beachten, dass bestimmte Texte nach anderen entstanden (vgl. Abbildung 6.1). Dieser Aspekt wird in der abschließenden Diskussion besprochen.

Mit Hilfe des Bestimmtheitsmaßes R^2 wurde außerdem die Beziehung der Kategorien untereinander überprüft. Das Bestimmtheitsmaß ermöglicht die Überprüfung eines linearen Zusammenhangs zwischen mindestens zwei Merkmalen. Der Wert liegt zwischen $R^2=0$ und $R^2=1$. Wenn ein vollständiger Zusammenhang zwischen den Werten besteht, lautet der Wert $R^2=1$. Liegt der Wert bei $R^2=0$, existiert kein linearer Zusammenhang zwischen den Werten.

Im Kapitel *Inhaltliche Betrachtung des Komplexen Systems der Trinkwasserproblematik in Guadalajara* (Kapitel 7.2) wurden folgende Forschungsfragen untersucht:

Inhaltliche
Betrachtung



Abbildung 6.7: Design der Datenauswertung, Quelle: eigene Darstellung

1. Welche Aspekte eines Komplexen Systems werden in den Schüler*innentexten dargestellt?
2. Wie werden die Aspekte in ihrer Häufigkeit, Bewertung und Dominanz in den Schüler*innentexten dargestellt?

Die Kategorien des *KSMs* wurden dafür im Einzelnen mit den jeweiligen Unterkategorien analysiert und mit Hilfe von Beispielen illustriert. In allen Kategorien diente zunächst die Anzahl der Nennungen der Spezifizierung. Weiter wurden in der Kategorie *Elemente* alle Textpassagen auf ihre Bewertung als lösend beziehungsweise verstärkend für die Trinkwasserproblematik in Guadalajara überprüft und anhand von Beispielen verdeutlicht. Ein Element wird als lösend kategorisiert, wenn durch deren Einfluss die Trinkwasserproblematik entschärft werden könnte, zum Beispiel der Ausbau und die Renovierung der Wasserleitungen. Ein *Element*, das die Trinkwasserproblematik verstärkt, könnte zum Beispiel die zunehmende Verschmutzung des Grundwassers sein. Durch die Bewer-

	Anzahl	mündlich	schriftlich	Einzelarbeit	Partnerarbeit	Gruppenarbeit
Präsentationstranskripte	N= 11	*				*
Präsentationsgrafiken	N= 11		*			*
Diskussionstranskripte	N= 9	*			*	
schriftliche Gruppenauswertung	N= 10		*			*
schriftliche Auswertung	N= 24		*	*		
Concept Maps	N= 48		*	*		

Abbildung 6.8: Textcharakterisierung der Schüler*innentexte, Quelle: eigene Darstellung

tung der *Elemente* wird der Zusammenhang zwischen ihnen charakterisiert. Aus diesem Grund wird die Bewertung untersucht. Textpassagen der Unterkategorie *Akteure* wurden zusätzlich auf ihre Dominanz auf das *Komplexe System* überprüft.

Im Folgenden werden Beispiele vorgestellt, wie bewertete *Elemente* aussehen können:

1a Beispiel für positiv bewertete Elemente

„Auch sollten evtl. Seminare bezahlt werden für die Bauern, damit diese mit der Aufklärung eine effiziente Nutzung von Wasser erlernen, sowie den nachhaltigen Umgang mit Düngemitteln [...].“

Die Aufklärung der Bauern wird im Beispiel 1a positiv bewertet, da es eine „effiziente Nutzung von Wasser“ und einen „nachhaltigen Umgang mit Düngemitteln“ zur Folge hat. Wenn die Aussage zu einer Verbesserung der Trinkwasserproblematik führen kann, wird sie als positiv bewertet kategorisiert.

Als negativ kategorisiert wird eine Aussage, wenn sie *Elemente* enthält, die die Trinkwasserproblematik verursachen, stützen oder verstärken.

1b Beispiel für negativ bewertete Elemente

„Fehlende Infrastruktur, hohe Bevölkerung und die Ausschöpfung d. Ressourcen sind schuld an der mangelnden Wasserversorgung.“

Dieses Beispiel 1b zeigt mehrere *Elemente (Faktoren)*, die eine negative Auswirkung auf die Trinkwasserproblematik in Guadalajara haben und aus diesem Grund als negativ bewertet kategorisiert werden.

Neben positiv und negativ bewerteten *Elementen* existieren *Elemente*, denen keine verstärkende oder lösende Wirkung zugesprochen wird. Diese werden als neutral kategorisiert.

1c Beispiel für neutral bewertete Elemente

„Wenn es gesetzliche Änderungen gibt, würden sich die Leute in 2 Teile unterteilen.“

Diese Aussage erklärt eine angenommene Folge aus gesetzlichen Änderungen. Die Schüler*in geht davon aus, dass die gesetzlichen Änderungen zu einer Teilung der Bevölkerungsgruppen führte. Da diese Aussage keine Bewertung beziehungsweise Auswirkung auf die Trinkwasserproblematik zeigt, wird sie als neutral kategorisiert.

Neben der Bewertung wurden die Akteure ebenfalls nach Dominanz kategorisiert.

Innerhalb des *Vernetzungsgrades* wurden die Textpassagen, die Systembeziehungen verdeutlichen, herausgestellt. Diese werden entsprechend des *KSMs* (vgl. Abbildung 3.10) in *lineare*, *kausale* und *korrelierte* Systembeziehungen unterteilt und neben ihrer Anzahl in der Bewertung für die Trinkwasserproblematik in Guadalajara dargestellt. Alle weiteren Unterkategorien des *Vernetzungsgrades* werden mit Beispielen in ihrer Anzahl illustriert. Dass keine Bewertung untersucht wird, ist auf die geringe Nennung insgesamt zurückzuführen.

Ähnlich verhält es sich in der Untersuchung der *raumzeitlichen Dynamik* in der Trinkwasserproblematik in Guadalajara. Aufgrund einer geringen Nennung wird anhand von Beispielen die Darstellung der *raumzeitlichen Dynamik* konkret gezeigt.

Ein wesentlicher Beitrag der Forschungsarbeit ist die Präsentation des *KSMs* als Instrument zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen* in Schüler*innentexten. Dieses Instrument wird gesondert im Kapitel *Einordnung in das Kompetenzstufenmodell (7.3)* untersucht. Das Kapitel dient der Überprüfung folgender Forschungsfragen:

1. Werden durch das *KSM* wichtige Aspekte eines *Komplexen Systems* beschrieben?
2. Können durch das *KSM* wichtige Aspekte eines *Komplexen Systems* in ihrer Qualität gemessen werden?
3. Sind klare Abstufungen zwischen den Kompetenzstufen möglich und korrekt?

In der ersten Gesamtbetrachtung werden die verschiedenen Schüler*innentexte entsprechend der vier Kompetenzstufen eingeordnet, wobei die Erhebungsform berücksichtigt wird. Anschließend wird entsprechend dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) die Schüler*innentexten in den drei Dimensionen *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* untersucht.

Überprüfung
des Instru-
ments

Die Einordnung der Schüler*innentexte im *KSM* erfolgte durch eine anteilige Summe der erreichten Stufe in den einzelnen Kategorien *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik*. Das heißt, dass jeder Schüler*innentext auf *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* untersucht wird und in jeder Kategorie einer Kompetenzstufe von 1 bis 4 zugeordnet wird. Anschließend wird der Durchschnitt der Kompetenzstufen der drei Kategorien berechnet. Dabei wird der Wert der Kategorie *Elemente* aufgrund der beschriebenen Abhängigkeit der anderen beiden Kategorien von diesem zweifach gewertet.

Neben der allgemeinen Prüfung der vier Kompetenzstufen werden die Kompetenzstufen in den einzelnen Kategorien *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* mit Hilfe der Schüler*innentexte genauer betrachtet. Überdies werden die Erhebungsformen (Präsentationskripte, Präsentationsgrafiken, Diskussionstranskripte, schriftliche Gruppenauswertung, schriftliche Auswertung der Einzeltexte und Concept Maps) sowie Mündlichkeit respektive Schriftlichkeit berücksichtigt. Das Kapitel endet mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse.

Das Kapitel *Sprachliche Darstellung des Komplexen Systems der Trinkwasserproblematik in Guadalajara* (Kapitel 7.4) soll folgende Forschungsfragen klären:

1. Wie werden *Komplexen Systeme* in Schüler*innentexten sprachlich dargestellt?
2. Inwiefern existieren Zusammenhänge in der inhaltlichen und sprachlichen Darstellung von *Komplexen Systemen*?
3. Welche Kernbegriffe werden in der sprachlichen Darstellung des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten verwendet?
4. Wie häufig werden die Kernbegriffe insgesamt und in den verschiedenen Kompetenzstufen des *KSMs* zur *Darstellung Komplexer Systeme* genannt?
5. Welche Inhaltsfelder ergeben sich aus den Kernbegriffen in der *Darstellung Komplexer Systeme* in den Schüler*innentexten?

Zunächst wurden alle Kernbegriffe zusammengestellt, die in den Texten mehr als 40 mal genannt werden. Diese Zusammenstellung soll die inhaltlichen Schwerpunkte visualisieren. Zur genaueren Untersuchung werden weiterhin gelungene Textpassagen u.a. in der *argumentativen Betrachtung* untersucht. Als Kernbegriff werden in dieser Arbeit Substantive, Abkürzungen und Adjektive bezeichnet, die Inhaltsträger in den Schüler*innentexten sind. Bei der Sammlung aller Kernbegriffe zeigte sich, dass es viele Begriffe gibt, die nur vereinzelt genannt werden, sehr wenige die zwischen zehnmal und 40 mal genannt werden. Ab der 40. Nennung

sprachliche
Betrachtung

entsteht wieder ein Cluster an Nennungen. Aus diesem Grund wurde sich für diese Bedingung entschieden. Die detaillierte Voruntersuchung wurde ebenfalls in den Kategorien *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* durchgeführt, was die Sonderstellung des Begriffs „Zentrum“ verdeutlicht, der in der Auswertung aufgenommen wird, da er sich nicht in die sich ergebenden Inhaltsfelder einfügt. Die sich daraus ergebenden 25 Kernbegriffe werden ebenfalls in ihrer Verteilung auf die Kategorien des *Komplexen Systems Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* untersucht; wie häufig kommt also jeder Kernbegriff in der jeweiligen Kategorie vor? Damit können die thematischen Schwerpunkte in den Schüler*innentexten den entsprechenden Kategorien eines *Komplexen Systems* zugeordnet und damit die Art der Darstellung herausgestellt werden. Angelehnt an Mayring (2010: 69) werden aus den Kernbegriffen Inhaltsfelder gebildet, die wiederum in ihrer Nennungshäufigkeit illustriert sind. Es konnten nach dem Auszählen aller Kernbegriffe neben der Anzahl 40 Cluster um die Nennungen von 100 beziehungsweise 150 festgestellt werden, die in der Darstellung der Inhaltsfelder berücksichtigt werden, um die zweite und dritte Forschungsfrage klären zu können.

Daraufhin werden die Kernbegriffe auf den verschiedenen Kompetenzstufen des *KSMs* (vgl. Abbildung 3.10) überprüft, das heißt, welche Kernbegriffe werden auf welcher Stufe am häufigsten genannt. Außerdem wird überprüft, ob es stufenabhängige Nennungen von Kernbegriffen und Inhaltsfeldern gibt. Dies wird konkret mit der Überprüfung in den Schüler*innentexten geschehen. Ziel dieser Untersuchung ist es, eventuelle Zusammenhänge zwischen der inhaltlichen und sprachlichen Darstellung von *Komplexen Systemen* zu ermitteln.

Zur Klärung der Forschungsfragen werden die vorliegenden Schüler*innentexte nach ihren Kernbegriffen und deren Kollokation untersucht. Zur genaueren Analyse der Darstellung *Komplexer Systeme* in Schüler*innentexten werden anhand von Beispielen besonders gelungene Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara vorgestellt. Der Grad der Qualität wird anhand des *KSMs* gemessen. Es werden zur detaillierten Darstellung Beispiele aus allen Kategorien (*Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik*) gezeigt. Anhand dieser Ankerbeispiele werden die Kernbegriffe in ihrer Kollokation verdeutlicht. Neben der Nennung werden die sprachlichen und damit inhaltlichen Verknüpfungen mit Hilfe von Satzanalysen beschrieben.

Der letzte Teil der Ergebnisse wird vom Kapitel *Argumentative Darstellung des Komplexen Systems der Trinkwasserproblematik in Guadalajara* (7.5) begründet. Es werden folgende Forschungsfragen untersucht:

1. Wie argumentieren Schüler*innen bei der Darstellung *Komplexer Systeme*?

argumentative
Betrachtung

2. Wie hoch ist der Anteil von Argumentationen in den Schüler*innentexten?
3. Existieren besonders geeignete Text- oder Erarbeitungsformen für eine argumentative Darstellung?
4. Inwiefern bestehen Zusammenhänge mit der Nennung von Kernbegriffen in der *Darstellung Komplexer Systeme* und Argumentationen?

In diesem Kapitel wird zunächst untersucht, wie häufig in den Schüler*innentexten argumentiert wird. Dieses Ergebnis wird in das Verhältnis zu den Textpassagen der Schüler*innentexte gesetzt, in denen nicht argumentiert wird, um den prozentualen Anteil von Argumentationen in den Schüler*innentexten zu ermitteln. Anschließend wird anhand des *Argumentationsstufenmodells* (Budke et al., 2010) an allen Schüler*innentexten die argumentative Qualität der Schüler*innentexte unter Berücksichtigung des Textcharakters (Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit, mündlich, schriftlich) überprüft. Diese Einordnung (vgl. Abbildung 6.9) erfolgte durch die Forscherin, wird jedoch von drei weiteren geschulten Personen stichprobenartig kontrolliert, sodass jede Textpassage mehrmals nach dem Modell überprüft wurde. Das Modell zur Argumentationskompetenz nach Budke et al. (2010) enthält vier Kompetenzstufen (vgl. Kapitel 4.4), welche die unterschiedliche Qualität einer Argumentation beschreiben. Die Abbildung 6.9 zeigt für jede Kompetenzstufe ein Beispiel aus den Schüler*innentexten: Die erste Kompetenzstufe enthält eine Meinungsäußerung ohne Begründung und kann deshalb der ersten Stufe zugeordnet werden. Das Beispiel der zweiten Kompetenzstufe zeigt eine Meinungsäußerung mit nicht relevanten Begründungen und entspricht aus diesem Grund dieser Kompetenzstufe nach dem Modell (Budke et al., 2010). Die dritte Kompetenzstufe enthält eine Meinungsäußerung und eine relevante Begründung, ist jedoch noch sehr einfach, was durch das Beispiel (vgl. Abbildung 6.9) visualisiert wird. Die höchste Kompetenzstufe beschreibt eine komplexe Argumentation, die zu dem bestimmten Sachverhalt eine Meinungsäußerung mit relevanten Begründungen enthält und den Adressaten berücksichtigt, wie das Beispiel der vierten Kompetenzstufe (vgl. Abbildung 6.9). Zur Ermittlung der Kompetenzstufe eines gesamten Textes wird der Durchschnitt der Kompetenzstufen aller Textpassagen ermittelt. Dies dient der qualitativen Einordnung der Schüler*innentexte sowie der Ermittlung des Zusammenhang von Argumentation und der Darstellung *Komplexer Systeme*.

Anschließend wird anhand des Bestimmtheitsmaßes R^2 die Korrelation der Argumentation mit der Darstellung *Komplexer Systeme* untersucht. Es wird mit Hilfe eines Beispiels eine gelungene argumentative Darstellung des *Komplexen Systems* mit Hilfe einer Satzanalyse und dem Modell von Toulmin (1990) vorgestellt. Abschließend werden alle Kernbe-

Code	Textpassagen	Kompetenzstufe
12HTGS	Zusätzlich wäre es praktischer, wenn man das viele Regenwasser in den Sommermonaten auffangen würde und dieses Regenwasser für die Landwirtschaft nutzen würde.	1
11HAGS	Da die ganze Idee einzig und allein auf ADI beruht sind diese wertvoll und wie auch von anderen Regionen mit Anreizen zu locken.	2
23HAGP	Da geht es darum, die Haushalte anzubinden an das ganze Wassernetz weil ganz viel verloren geht. Fast die Hälfte an dem Wasser. Dass die Anschlüsse richtig verbunden sind oder so.	3
52EAGP	Also unser erster und wichtigster Punkt zur Lösung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara, ist eine fähige Regierung, die zum Beispiel durch Neuwahlen zu Stande kommen kann, weil die halt im Moment das größte Hindernis ist. Ähm und dadurch würde dann auch keine Korruption mehr da sein. Ähm und dadurch können dann auch Gegenmaßnahmen umgesetzt werden. Ähm und dazu gehört zum Beispiel der Ausbau der Infrastruktur und die Verbesserung der Wasserleitungen. Und finanziert wird durch unter anderem durch die Einsparung von Düngemitteln.	4

Abbildung 6.9: Beispiel der Kodierung von Textpassagen der Schüler*innentexte nach dem Argumentationsmodell von Budke et al. (2010), Quelle: eigene Darstellung

griffe der sprachlichen Betrachtung in Bezug auf ihre Nennung im *Argumentationsstufenmodell* (Budke et al., 2010) illustriert und nach Gemeinsamkeiten respektive Unterschiede mit der Verwendung der Kernbegriffe in den Stufen des *KSMs* analysiert.

Zusammenfassend soll gezeigt werden, wie Schüler*innen *Komplexe Systeme* in verschiedenen Texten darstellen. Anschließend werden inhaltsorientierte Aussagen getroffen, die schüler*in- und textsortenübergreifend sind. Zusätzlich wird die individuelle Leistung anhand der Kompetenzstufenmodelle (vgl. Abbildung 3.10 und Abbildung 4.5) und die Beziehung zwischen Argumentation und *Komplexen Systemen* untersucht.

6.3 Methodische Reflexion

In der methodischen Reflexion werden anhand der Chronologie der Erhebung (Pilotierung, virtuelle Exkursion, Arbeitsblätter, Gruppendiskussion und Präsentation sowie Abschlusstest) und der Datenauswertung (Aufbereitung der Daten, inhaltliche, sprachliche und argumentative Betrachtung) methodische Probleme diskutiert.

Grundsätzlich kann ein *Komplexes System* auf verschiedene Arten dargestellt werden, zur Charakterisierung als *Komplexes System* sind übergeordnete Aspekte von Bedeutung (vgl. Kapitel 3.2), die auf verschiedene Art und Weise realisiert werden können. Aus diesem Grund bildet das entwickelte Unterrichtsmaterial nur einen Teil des gesamten *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara ab, der jedoch als repräsentativ gelten kann, da er alle Kriterien eines *Komplexen Systems*

grundsätzliche
Aspekte

erfüllt.

Das heißt, der Untersuchungsgegenstand selbst ist schwer zu erfassen, weshalb verschiedene Methode und Materialien während der unterschiedlichen Input- und Testphasen eingesetzt wurden.

Der Input wurde durch die Forscherin mit der Materialentwicklung selbst bestimmt. Durch das vorgelagerte Testen aller Arbeitsblätter sowie des Einführungs- und Abschlusstests in der Pilotierung sollten Fehler und materialinduzierte Schwierigkeiten minimiert werden. So wurden die Probanden der Pilotierung gebeten, Aspekte, mit denen sie Schwierigkeiten hatten zu markieren, welche bei wiederholter Nennung verändert wurden. Trotzdem handelt es sich um eine Selektion der inhaltlichen und methodischen Aspekte, weshalb nicht alle Probleme mit dem Material ausgeschlossen werden können. Ein Folge der Überarbeitung nach der Pilotierung war die Ergänzung des Oberflächenwassers als physisch-geographischen Aspekt in der Inputphase 2.

Die virtuelle Exkursion wurde bereits vorher im Unterricht verwendet (Budke et al., 2010), weshalb von einer gesicherten inhaltlichen und methodischen Qualität ausgegangen werden kann. Die drei neuen Stationen wurden von drei Lehrkräften sowie einigen Studierenden getestet und mit Anmerkungen versehen. Die Erfahrung der Lehrer*innen flossen ebenfalls in die Erstellung der Arbeitsblätter und Testinstrumente ein. Die Evaluation der Unterrichtssequenz und die Messung der Darstellung des *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara erfolgte am Ende. Insgesamt zeigen die Erhebung in unterschiedlichen Klassen sowie die Rückmeldung der Schüler*innen nach der Unterrichtsreihe und dem Abschlusstest ein überwiegendes Verständnis und großes Interesse an der virtuellen Exkursion, den Arbeitsblättern in den verschiedenen Inputphasen sowie den Messinstrumenten vor und nach der Unterrichtsreihe. Die Schüler*innen bewerteten besonders die Gruppenarbeitsphasen und Diskussionen als verständnisfördernd. Dieses Ergebnis deckt sich mit Forschungsergebnissen (vgl. Lararowitz et al., 1998; Johnson et al., 1994; Cooper, 1999).

Aspekte der
empirischen
Erhebung

Auch im Abschlusstest in einer der Testgruppen in Form der Partnerargumentationen konnte im Dialog das *Komplexe System* der Trinkwasserproblematik abgebildet werden. Die Auswertung der Abschlusstests zeigt neben den Inhalten, dass die Vorstrukturierung durch die Concept Maps in einer Testgruppe besonders hilfreich zur Formulierung der Texte war. Auch diese Ergebnisse decken sich mit aktuellen Forschungsergebnissen (vgl. Kniffka, 2008, 2010). Doch war nicht allen Schüler*innen diese Methode bekannt, weshalb viel Zeit für die Konstruktion der Concept Maps benötigt wurde und zum anderen einige Aspekte nur in den Concept Maps berücksichtigt wurden. Das Concept Mapping zeigt ein hohes Potenzial zur Darstellung verschiedener Prozesse sowie von *Kom-*

plexen Systemen (vgl. Novak et al., 2006; Freimann et al., 2009), welches in einem weiteren Forschungsprojekt eine zentralere Rolle erfahren kann. Besonders Vernetzungen und Abhängigkeiten in einem von mehreren Elementen beeinflussten System können durch Concept-Maps gut erfasst und dargestellt werden (vgl. Jahn et al., 2015; Mehren et al., 2015). Tatsächlich zeigt sich, dass die Vorteile des Concept-Mappings vor allem dann auftreten, wenn die Methode bekannt ist (vgl. Jahn et al., 2015). Dies war in der empirischen Erhebung nur bedingt der Fall und sollte in einer nächsten Erhebung berücksichtigt werden. Aus diesem Grund wurde entschieden, die Concept Maps neben den Schüler*innentexten in die Auswertung der Abschlusstests einzubeziehen.

Zusammenfassend konnten mit Hilfe der Pilotierung und der engen Zusammenarbeit mit Lehrer*innen Fehlerquellen innerhalb des Erhebungsdesigns minimiert werden, wobei mit Hilfe einer Vielzahl von Inputs verschiedene Angebote gemacht wurden, was zu einem reichhaltigen Datenmaterial am Ende der Erhebungsphase führte. Trotzdem können materialinduzierte Verständnisprobleme nicht hundertprozentig ausgeschlossen werden.

Die Auswertung der Daten ist von der Komplexität des Themas sowie der Verschiedenartigkeit der Datengrundlage geprägt. Aufgrund der Zielsetzung, die Darstellung von *Komplexen Systemen* in Schüler*innentexte zu untersuchen, wurden die verschiedenen Texte gleichberechtigt behandelt, aber durchgängig markiert. Das heißt, es ist in der Datenauswertung zu erkennen, in welcher Erarbeitungsform der Text entstanden ist. Zusätzlich wurden verschiedene Untersuchungsebenen (gesamte, inhaltliche, sprachliche und argumentative Ebene) eingeführt, die ein möglichst genaues Bild geben sollen.

In der Datenauswertung wurde sich gegen eine rein qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (1983, 2014) entschieden, da diese Methode einen zu eingegrenzten Spielraum hinsichtlich einer zu entwickelten Theorie bildet (vgl. Flick, 2010: 408). Es wurde ein Kriterienkatalog auf Grundlage der Theorie zu *Komplexen Systemen* entwickelt, der eine detaillierte Auswertung ermöglicht. Um eine den Gütekriterien entsprechende Auswertungsgrundlage nutzen zu können, wurde der Kriterienkatalog entsprechend den Kriterien der qualitativen Forschung (Flick, 2010; Kanwischer et al., 2001; Friebertshäuser et al., 2010) bewertet. Aufgrund der vorherigen Kriterienentwicklung bestand die Gefahr, dass nicht alle dargestellten Aspekte in den Schüler*innentexten in der Datenauswertung erkannt und berücksichtigt wurden (vgl. Strauss & Corbin, 1996). Unter Zuhilfenahme der verschiedenen Analyseebenen wurde versucht, trotz Kriterienkatalog einen offenen Blick für die Analyse zu behalten.

Eine sprachliche Auswertung sollte in dieser Arbeit im strengen Bezug auf den Inhalt erfolgen. Zur Entwicklung des Analyseinstruments wur-

Aspekte
der methodischen
Auswertung

de sich an anderen bereits erfolgreich getesteten Instrumenten (Redder, 2012; Reich et al., 2008) orientiert und diese in Bezug zur inhaltlichen Ebene der *Komplexen Systeme* gesetzt. Es konnte nicht auf ein etabliertes Analyseinstrument zurückgegriffen werden, da es sich in dieser Form um ein Forschungsdesiderat handelt. Die Ergebnisse der sprachlichen Auswertung zeigen jedoch eine zufriedenstellende Analysetiefe bezüglich der Forschungsfrage. Weitere Potenziale bildet die tiefergehende Analyse der Textebene in den Schüler*innentexten. In der argumentativen Auswertung konnte auf ein mehrfach getestetes Modell zurückgegriffen werden (bspw. Budke et al., 2010, Kuckuck, 2014), welches entsprechend der sprachlichen Analyse ergänzt wurde.

Insgesamt wurde die Erhebung nur mit wenigen Schüler*innen und unter sich gleichenden Bedingungen durchgeführt. Das kann als Problem in der Untersuchung einer Darstellung von *Komplexen Systemen* verstanden werden, hat sich jedoch auf Grund des vielschichtigen Forschungsgegenstandes, des Forschungsdesiderats der argumentativen und sprachlichen Darstellung eines *Komplexen Systems* im Geographieunterricht sowie der Prüfung des entwickelten *Instruments zur Beschreibung und Messung von Komplexen Systemen* als gewinnbringend herausgestellt. Die einheitlichen und begrenzten Rahmenbedingungen inklusive des begrenzten Materials ermöglichten eine erste Überprüfung der verschiedenen Kriterien des theoretischen MKS und die Prüfung des *Instruments zur Beschreibung und Messung von Komplexen Systemen* (vgl. 1 und 3 in Abbildungen 2.4). Für eine nachfolgende und vertiefende Untersuchung wird eine größere und heterogenere Erhebungsgruppe empfohlen.

Unter Zuhilfenahme verschiedener Methoden in der Datenerhebung und Datenauswertung sowie deren Verknüpfung in Form einer Methodentriangulation (vgl. Flick, 2004) wurde versucht sich quantitativ und qualitativ den Lösungen der Forschungsfragen zu nähern. Der hohe quantitative Anteil der Arbeit begründet sich vorrangig auf eine dadurch erreichte Verständlichkeit der Überprüfung der Darstellung *Komplexer Systeme* in den Schüler*innentexten. Die Aspekte eines *Komplexen Systems* konnten auf diese Art und Weise in Verhältnis zueinander gesetzt werden und ihre Bedeutung in den Schüler*innentexten konnten so untersucht werden.

7 Empirische Ergebnisse zur Erfassung Komplexer Systeme im Geographieunterricht

Alles ist einfacher, als man denken kann, zugleich verschränkter, als zu begreifen ist.

Johann Wolfgang von Goethe

Die Analyse von Schüler*innentexten zur Darstellung *Komplexer Systeme* und die Rolle von Sprache sowie Argumentation zeigen interessante Ergebnisse. Im Folgenden werden diese anhand des Analysecatalogs, das heißt zuerst die Ergebnisse einer Gesamtbetrachtung des komplexen Systems, anschließend die inhaltliche Betrachtung, wozu die Einordnung des *KSMs* gehört, daraufhin die sprachliche und abschließend die argumentative Darstellung vorgestellt.

7.1 Gesamtbetrachtung des *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Nach dem Modell *Komplexe Systeme (MKS)* (3.7) besteht ein *Komplexes System* aus *Elementen*, dem *Vernetzungsgrad* sowie einer *raumzeitlichen Dynamik* (vgl. Kapitel 3.1). Diese Kategorien dienen als theoretische Grundlage der Untersuchung.

Insgesamt werden in allen Schüler*innentexten deutlich mehr *Elemente* als Aspekte des *Vernetzungsgrades* sowie der *raumzeitlichen Dynamik* genannt (Abbildung 7.1). Es werden in allen Schüler*innentexten insgesamt 1.530 *Elemente* genannt, das inkludiert *Akteure*, *Faktoren* und *Strukturen*. Dahingegen finden sich nur 417 Aspekte des *Vernetzungsgrades* und 52 Verweise auf eine *raumzeitliche Dynamik*. Anteilig sind von den genannten Aspekten 76,5% *Elemente*, 20,9% Aspekte des *Vernetzungsgrades* und 2,6% Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik*. Die Texte zeigen deutlich, dass die Benennungen von *Elementen* eines Systems

Anzahl der Aspekte

Schüler*innen leichter fällt als die Darstellung vernetzender Eigenschaften sowie die Einordnung in dynamische Prozesse, was sich wie folgt erklären lässt: Die Darstellung von *Vernetzungen* und *Dynamiken* basieren auf der Nennung von *Elementen*. Im Gegensatz dazu können *Elemente* unabhängig von den beiden anderen Kategorien genannt werden. Die Darstellung von *Vernetzungen* sowie von *Dynamiken* ist zudem deutlich anspruchsvoller als die Nennung von *Elementen*. Aus diesen Gründen ist eine Stufung der Ergebnisse, wie sie vorliegt, erwartungsgemäß. Die Differenz zwischen der großen Zahl genannter *Elemente Komplexer Systeme* und den deutlich geringeren ausfallenden Verweisen auf *Vernetzungen* und *Dynamiken* ist jedoch enorm.

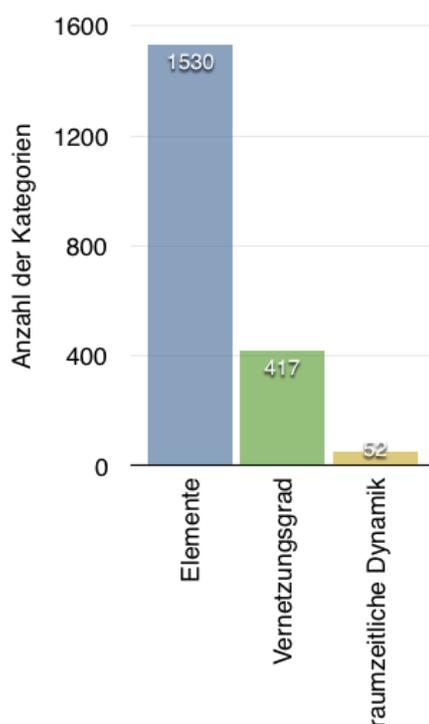


Abbildung 7.1: Anteil der Aspekte eines *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

Die Darstellung *Komplexer Systeme* wird anhand unterschiedlicher Texte untersucht. Es sind schriftliche und mündliche Texte, die teilweise in Einzelarbeit, teilweise in Partnerarbeit oder in Gruppen entstanden sind (vgl. Abbildung 6.8).

Einfluss der Textformen

Es stellt sich zur weiteren Implementierung *Komplexer Systeme* im Geographieunterricht die Frage, ob bestimmte Textformen und Arbeitsformen besonders fördernd für die Darstellung *Komplexer Systeme* sind. Diese Frage wurde in der Untersuchung nachstellig betrachtet, trotzdem zeigen die Ergebnisse erste Tendenzen.

Es zeigt sich zunächst, dass die anteilige Anzahl von *Elementen*, *Ver-*

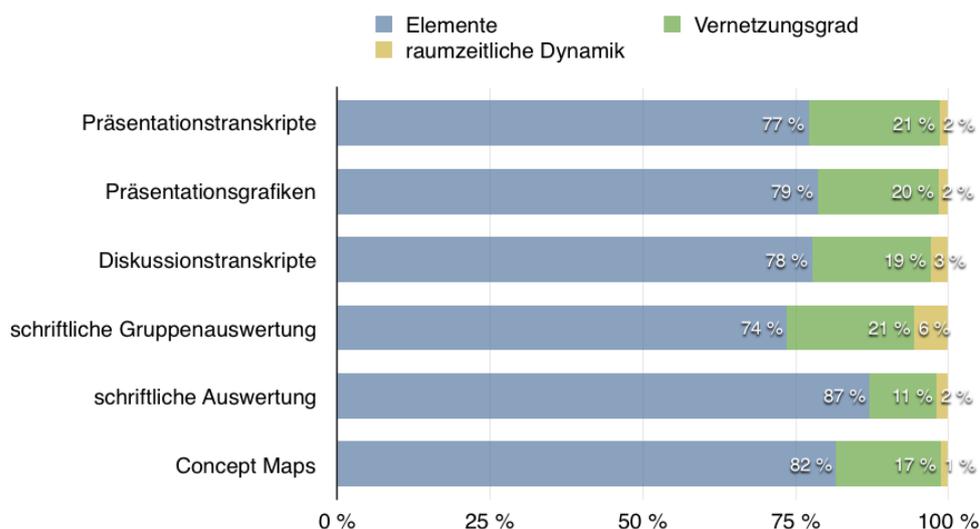


Abbildung 7.2: Anteil der Auswertungskategorien in verschiedenen Textformen der Schüler*innentexte, Quelle: eigene Darstellung

netzungsgrad und *raumzeitlicher Dynamik* in jeder Textform ähnlich ist. *Elemente* werden am häufigsten genannt, Aspekte des *Vernetzungsgrades* am zweithäufigsten und am seltensten Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik* (vgl. Abbildung 7.2). Aspekte des *Vernetzungsgrades* werden besonders bei Präsentationstranskripten $N=106$ (21%) und schriftlichen Gruppenauswertungen $N=60$ (21%) und am wenigsten bei der individuellen schriftlichen Ausarbeitung $N=40$ (11,0%) genannt. Das heißt, besonders eine gruppengestützte Ausarbeitung zeigt gute Darstellungen von Vernetzungsaspekten. Die Untersuchung der *raumzeitlichen Dynamik* zeigt neben einer geringen Nennung insgesamt (vgl. Abbildung 7.2) wiederum gute Ergebnisse bei der schriftlichen Gruppenauswertung mit $N=16$ Nennungen (6%). Insgesamt erweist sich keine Textform als besonders geeignet oder ungeeignet, jedoch zeigen tendenziell kooperativ entstandene Textformen leicht bessere Ergebnisse in den Kategorien *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik*.

Aufgrund der inhaltlichen Beziehungen der Kategorien untereinander wurde eine Korrelation der Kategorien vermutet. Die Analyse der Texte zeigt jedoch nur sehr schwache Korrelationen. Es besteht mit $R^2=0,5$ eine geringe Korrelation zwischen den *Elementen* und dem *Vernetzungsgrad* sowie zwischen dem *Vernetzungsgrad* und der *raumzeitlichen Dynamik* ($R^2=0,5$). Dass in den Schüler*innentexten Aspekte des *Vernetzungsgrades* und der *raumzeitlichen Dynamik* selten dargestellt wurden, hat Einfluss auf die Korrelation der Kategorien und erklärt dieses überraschende Ergebnis. Bei einer häufigeren Nennung von Aspekten des *Vernetzungsgrades* und der *raumzeitlichen Dynamik* könnte es zu anderen Ergebnissen kommen.

Korrelationen

Die Korrelationsüberprüfung von *Elementen* und *raumzeitlicher Dynamik* zeigt mit $R^2=0,2$ einen niedrigen Korrelationsfaktor, der unzureichend für eine anzunehmende Korrelation ist. Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, dass bei einer häufigen Nennung von *Elementen* diese verknüpft werden.

Überdies bedeutet das, dass die Wahrscheinlichkeit einer Einordnung in eine *raumzeitliche Dynamik* steigt, wenn viele Verknüpfungen im System genannt werden. Diese Korrelationen bedeuten aber ebenfalls, dass eine häufige Nennung von *Elementen* nicht auf eine Einordnung in eine *raumzeitliche Dynamik* schließen lässt.

Zusammenfassend werden, unabhängig von Textform und Gruppenstärke, *Elemente* am deutlich häufigsten dargestellt; es konnte eine geringe Korrelation zwischen den *Elementen* und dem *Vernetzungsgrad* sowie dem *Vernetzungsgrad* und der *raumzeitlichen Dynamik* nachgewiesen werden.

7.2 Inhaltliche Betrachtung des *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Die Auswertung der Ergebnisse der inhaltlichen Betrachtung des Systems folgt dem *MKS* (vgl. Abbildung 3.7) und schließt mit der Einordnung der individuellen Schüler*innenleistung an das *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) an. Zunächst werden die *Elemente*, daraufhin der *Vernetzungsgrad* sowie die *raumzeitliche Dynamik* einzeln genauer untersucht. Die *Elemente* werden nach der Illustration der Anzahl der Unterkategorien *Akteure*, *Faktoren* und *Strukturen*, wie sie ebenfalls dem *MKS* entnommen sind, nach inhaltlichen Gruppen sortiert. Zusätzlich werden alle *Elemente* nach positiver beziehungsweise negativer Bewertung für eine Lösung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara analysiert. Überdies werden die benannten *Akteure* nach ihrer Dominanz im *Komplexen System* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara überprüft. Die Einordnung wird durch Beispiele im Kapitel 6.2.2 verdeutlicht.

7.2.1 Elemente

Die *Elemente* werden besonders häufig genannt und sind entscheidend zur Darstellung der einzelnen Aspekte eines *Komplexen Systems*.

Elemente des *Komplexen Systems* sind *Akteure*, *Faktoren* und *Struk-*

turen. Insgesamt werden 512 mal *Akteure*, 948 mal *Faktoren* und 347 mal *Strukturen* benannt. *Akteure* und *Faktoren* sind ungefähr zur Hälfte neutral bewertet, das heißt weder positiv noch negativ im Bezug zur Verbesserung der Trinkwassersituation in Guadalajara (vgl. Abbildung 7.3). In den Schüler*innentexten werden 16,6 % der *Akteure* als positiv und 34,7% als negativ im Bezug zur Verbesserung der Trinkwassersituation in Guadalajara bewertet. Relativ ähnlich mit 20,7% positiv und 26,2% negativ ist die Bewertung der *Faktoren*. *Strukturen* im System der Trinkwasserproblematik in Guadalajara werden insgesamt häufiger positiv (50,7%) bewertet als negativ (35,2%) oder neutral (13,8%).

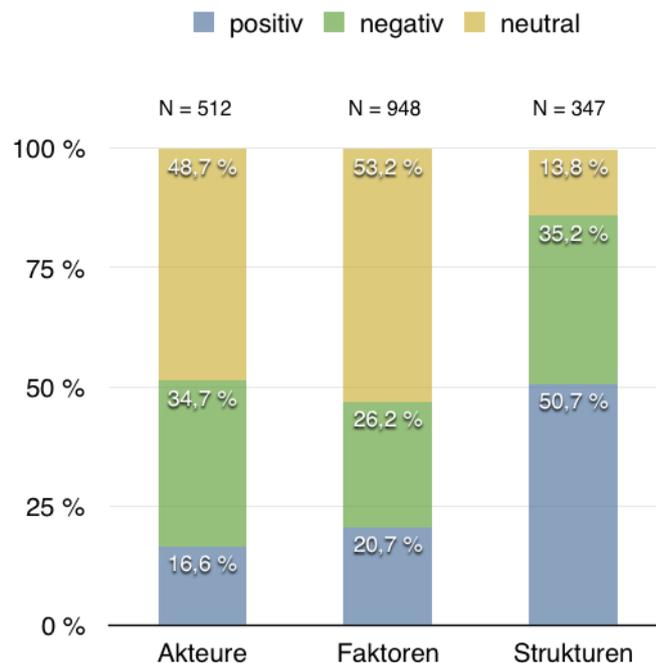


Abbildung 7.3: Bewertung der *Elemente* des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

Es werden *Strukturen* des Systems positiver, das heißt milder, im Bezug zur Trinkwasserproblematik in Guadalajara in den Schüler*innentexten bewertet als *Akteure* oder *Strukturen*. Interessant ist die seltene Nennung von *Strukturen* bei gleichzeitig positiver Bewertung. Womöglich werden *Strukturen* am wenigsten erkannt und müssen deshalb besonders gefördert werden. Die grundsätzlich häufigere Bewertung kann entweder auf eine intensive Auseinandersetzung mit den schwer erkennbaren *Strukturen* hinweisen oder auf Unverständnis seitens der Schüler*innen. Das kann anhand der vorliegenden Daten nicht beurteilt werden. Aufgrund der Datenlage ist jedoch eine weitere Förderung des Erkennens und Benennens von *Strukturen* zu empfehlen.

Im Folgenden werden zunächst die in den Schüler*innentexten genannten *Akteure*, daraufhin *Faktoren* und anschließend *Strukturen* nach in-

haltlichen Schwerpunkten untersucht. Die 512 mal Akteursnennungen lassen sich in verschiedene thematische Gruppen zusammenfassen, die in den Texten unterschiedlich häufig genannt werden (vgl. Abbildung 7.4). Daraus ergeben sich zehn inhaltlich zusammengefasste Akteursgruppen. Über die Nennung der *Akteure* hinaus wurde untersucht, wie diese *Akteure* von den Schüler*innen bewertet werden.

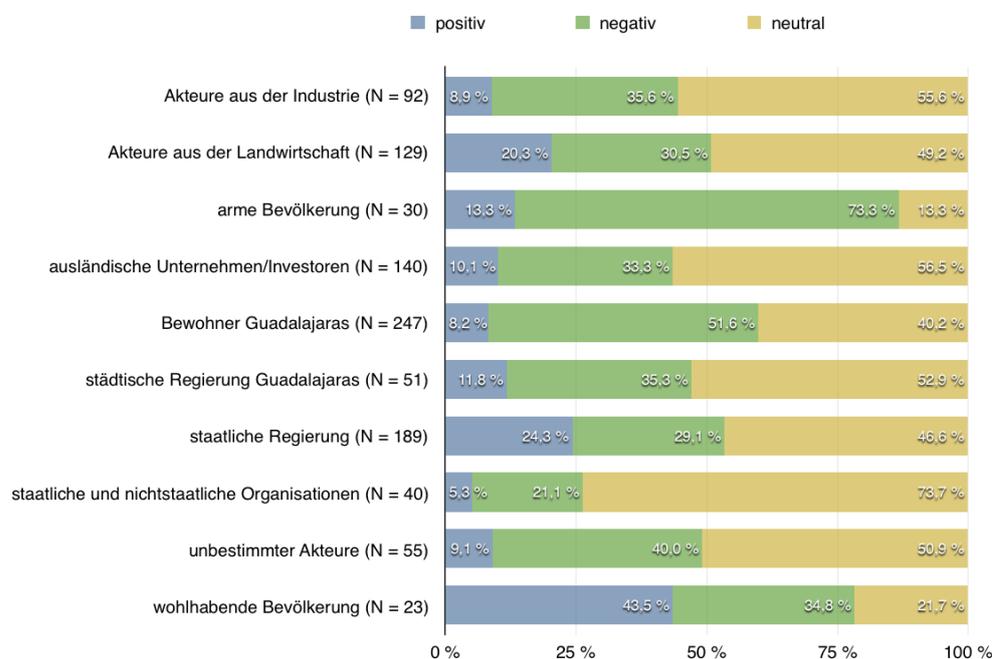


Abbildung 7.4: Anzahl und Bewertung der *Akteure* des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten (N=Gesamtnennung des Aspekts in Schüler*innentexten), Quelle: eigene Darstellung

Die am häufigste genannte Akteursgruppe sind die *Bewohner*innen Guadalajara* (N=247) (vgl. Abbildung 7.4). Diese werden jedoch bei über der Hälfte der Nennungen als negativ bewertet N=126 (51,6%) und nur sehr selten positiv N=20 (8,2%). Das heißt, die Schüler*innen sehen in der städtischen *Bevölkerung* als *Akteur* überwiegend einen negativen Einfluss auf die Trinkwasserproblematik (vgl. Abbildung 7.4).

Zusätzlich wird die Bevölkerung nach ihrer finanziellen Situation gegliedert. Die Nennung und Abgrenzung der *armen* (N=30) und *wohlhabenden Bevölkerung* (N=23) ist in den Beschreibungen der Trinkwassersituation präsent. Ein Beispiel dafür ist folgendes:

2 Beispiel für wohlhabende Bevölkerung als Akteur

„Die reiche Bevölkerung hingegen bekommt das Wasser legal und bezahlt im Gegenzug Geld.“

Besonders auffällig ist die überdurchschnittlich positive Bewertung N=10

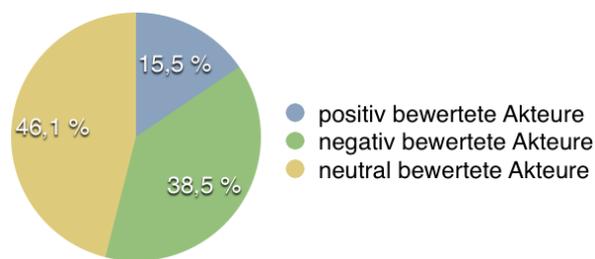


Abbildung 7.5: Verteilung der Bewertung der *Akteure* des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

(43,5% zu 15,5% durchschnittlich positive Bewertung) der *wohlhabenden Bevölkerung*. Keine Akteursgruppe wird insgesamt so positiv dargestellt wie die *wohlhabende Bevölkerung*. Konkret wird dieser Akteursgruppe zugesprochen, durch Steuerzahlungen die Trinkwasserproblematik zu entlasten und indirekt den Ausbau der Infrastruktur zu unterstützen (vgl. Beispiel 2). Die zweithäufigste Akteursgruppe ist die *staatliche Regierung* (N=189), die in den Texten selten von der städtischen Regierung (N=51) abgegrenzt wird (vgl. Abbildung 7.4). Die *staatliche Regierung* wird zu ungefähr einem Viertel als positiv (N=46) und zu ungefähr einem Drittel als negativ (N=55) bewertet. Damit wird sie von den Schüler*innen insgesamt als zweitpositivster Faktor in der Wasserproblematik in Guadalajara bewertet. Die *städtische Regierung* wird jedoch zu über einem Drittel als negativ (N=18) und mit 11,8% wenig positiv bewertet. Eine neutrale Bewertung der *staatlichen* und *städtischen Regierung* nimmt knapp die Hälfte aller Bewertungen ein. Eine weiter häufig genannte Akteursgruppe bilden *ausländische Unternehmen* respektive *ausländische Investoren* (N=138). Diese werden in den häufigsten Nennungen als neutral N= 78 (56,5%) bewertet, zu einem Drittel negativ N=46 (33,3%) und selten positiv N=14 (10,1%). *Ausländische Unternehmen* werden häufig als notwendige Voraussetzung betrachtet, um die defekte Infrastruktur zu verbessern und auszubauen. Jedoch wird die fehlende Bindung der ausländischen Unternehmen als Kritikpunkt angeführt. Eine ähnlich starke Akteursgruppe stammt aus der *Landwirtschaft*, die zur Hälfte neutral, zu 20,3% positiv und zu 30,5% negativ bewertet wird. Die *Landwirtschaft* wird ähnlich der *Industrie* meist als *Akteur* personalisiert und in Verbindung zur schlechten Wasserqualität und zur Wasserverschmutzung gesetzt (vgl. Beispiel 3).

3 Beispiel für personalisierte Landwirtschaft und Industrie als Akteur

„schlechte Wasserqualität durch Industrie und Landwirtschaft“

Die Industrie als ebenfalls häufig genannte Akteursgruppe wird unterdurchschnittlich positiv und überdurchschnittlich neutral bewertet. Ne-

gative Bewertungen kommen vor allem zustande, da die Industrie häufig für die Wasserverschmutzung verantwortlich gemacht wird, jedoch wird die negative Bewertung in Bezug zur Möglichkeit einer direkten Wasserrückgewinnung häufig aufgeweicht (vgl. Beispiel 4). Ebenso wird die Industrie bei Positivnennungen in der Verantwortung gesehen, verunreinigtes Wasser aufzubereiten.

4 Beispiel für Industrie als Akteur

„Industrie in Guadalajara verschmutzt mit ihren Abwässern die Flüsse in Guadalajara.“

Selten werden *staatliche oder nichtstaatliche Organisationen* genannt, die nur eine unspezifische Aufgabe erfüllen. Teilweise (N=55) werden unbestimmte Akteure genannt, die Einfluss auf das System haben. Diese werden durchschnittlich negativ (40,0%), unterdurchschnittlich positiv (9,1%) und überdurchschnittlich neutral (50,9%) bewertet.

5 Beispiel für unbestimmten Akteur

„Die haben halt kein Geld, die haben kein Geld für Bildungseinrichtungen davor. Also das ist ja das Problem.“

Zusammenfassend werden zehn Akteursgruppen genannt, die am häufigsten neutral und selten positiv bewertet werden (vgl. Abbildung 7.3).

Die Untersuchung der Dominanz der *Akteure* zeigt insgesamt, dass 44,1% der *Akteure* als dominant im System und dahingehend etwas mehr als ein Viertel dominiert beziehungsweise neutral beschrieben werden (vgl. Abbildung 7.6). Aufgrund der hohen Differenz der Einzelwerte dient hier der Median der Durchschnittsbestimmung. Das heißt, dass die *Akteure* des Systems zum großen Teil als aktive Einflussparameter betrachtet werden.

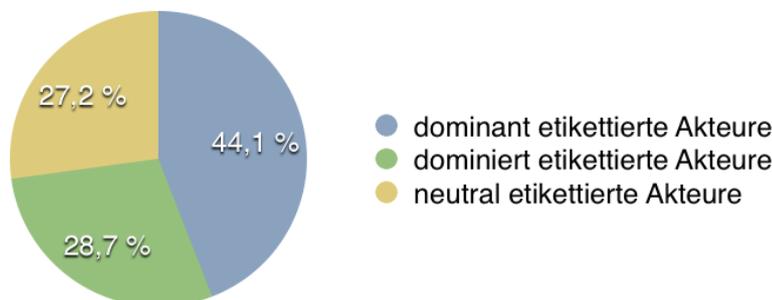


Abbildung 7.6: Verteilung der Dominanz der *Akteure* des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

Die Dominanz einer Akteursgruppe kann wie folgt dargestellt werden:

6 Beispiel für Stadt als dominanter Akteur

„Ja, aber das ist ja ein Unternehmen. So kann die Stadt aus, von sich aus Arbeitsplätze schaffen und so hat die Stadt auch alles in der Hand und gibt da nichts. Die Wasserversorgung ist ja ziemlich wichtig und so würde die Stadt das ja abgeben an ein Privatunternehmen.“

Dieses Beispiel zeigt die Stadt als dominanten Akteur, der durch die Schaffung von Arbeitsplätzen Einfluss hat.

Die vier dominantesten Akteursgruppen werden in den ausländischen Unternehmen, den unbestimmten Akteuren, der wohlhabenden Bevölkerung sowie der staatlichen Regierung gesehen (Anteil ungefähr 50% pro Akteursgruppe) (vgl. Abbildung 7.7). Die am stärksten dominierte Gruppe ist mit 80,0% die arme Bevölkerung Guadalajaras (vgl. Beispiel 7).

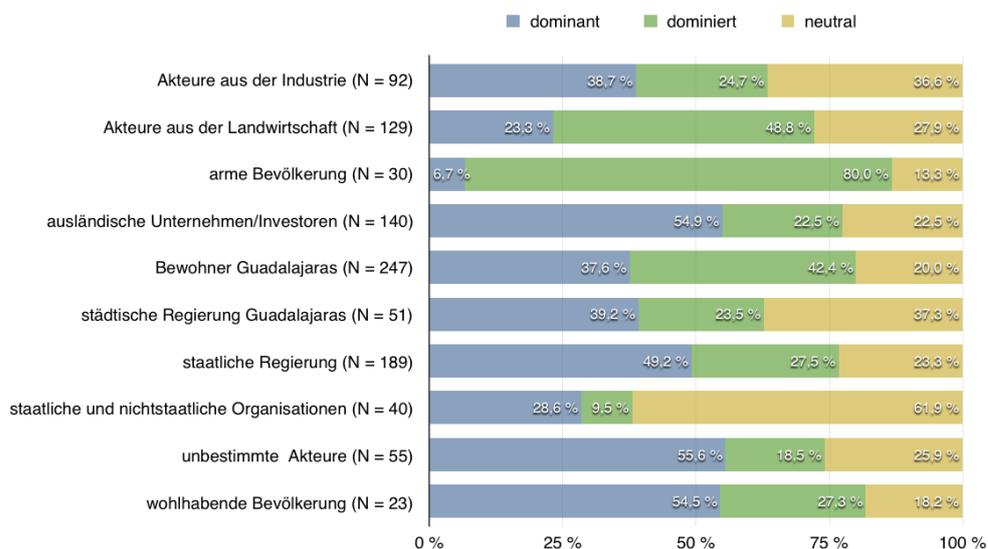


Abbildung 7.7: Dominanz der Akteure des Komplexen Systems in den Schüler*innentexten (N=Gesamtnennung des Aspekts in Schüler*innentexten), Quelle: eigene Darstellung

7 Beispiel für arme Bevölkerung als dominierter Akteur

„Und eine andere Gefahr ist ja auch noch natürlich, wenn da wechselnde Personen dort Wasser abpumpen, dass die Stadt da wiederum darauf schließt, dass diese Personen, dass diese Menschen vielleicht schon genug Wasser haben und das dann eher auf die ärmere Schicht schieben und dass dadurch, dass die Wasserversorgung der unteren Schicht darunter leidet, was weil bestimmt Leute das Wasser illegal abpumpen.“

Der durchschnittliche Wert der Dominiertheit einer Akteursgruppe liegt bei 25,8%, wobei neben der *armen Bevölkerung* die *Bewohner Guadalarjas* (43,4%) und *Akteure aus der Landwirtschaft* (49,2%) ebenfalls als deutlich dominierte *Akteure* dargestellt werden.

8 Beispiel für Bewohner Guadalarjas als dominierte Akteure

„Zum Beispiel werden jetzt eine Gruppe von Familien jetzt angesiedelt in einer Region nach Wasser, einen Brunnen angelegt, könnte ja das Wasser für die gesamte Region durch diese eine Familie verschwendet werden.“

Insgesamt wird den *Akteuren* also eine relativ hohe Handlungsmöglichkeit zugesprochen und nur wenigen eine ausgeprägte Dominiertheit. Ausgenommen davon sind *staatliche und nichtstaatliche Organisationen*. Diese werden überdurchschnittlich als neutral bewertet.

Akteure sind die von den Schüler*innen am zweithäufigste genannten Elemente eines *Komplexen Systems*. Es wurden zehn Akteursgruppen benannt, die meist neutral, jedoch am wenigsten positiv von allen *Elementen* bewertet wurden. Zusätzlich werden die *Akteure* von den Schüler*innen als dominant, das heißt mit Einfluss im System kategorisiert. Vermutlich identifizieren die Schüler*innen *Akteure* häufig, da diese zum einen leicht erkennbar und zum anderen leicht beschreibbar sind.

Zur Beschreibung der Trinkwasserproblematik in Guadalarja werden in den Schüler*innentexten 13 Faktorengruppen in den insgesamt 948 Nennungen vorgestellt (vgl. Abbildung 7.8). Die meist genannte Faktorengruppe ist mit 181 Nennungen die *Wasserinfrastruktur Guadalarjas*. Diese wird etwas häufiger negativ als positiv etikettiert, aber im allgemeinen neutral als Faktor genannt. Wenn die Wasserinfrastruktur in einen negativen Zusammenhang gesetzt wird, dann als Benennung der defekten Leitungen. Die Reparatur der Leitungen wird häufig als wesentlicher Ansatzpunkt zur Verbesserung der Trinkwasserproblematik genannt und dann als positiv bewertet.

Faktoren

9 Beispiel für Wasserinfrastruktur als positiv bewerteter Faktor

„... dort wohnenden Einwohner können auch dadurch ihre Infrastruktur ausbauen. Das heißt, die können auch ähm bekommen bessere Jobs. Die können ihrem Land auch das BIP verbessern. Und Wirtschaft aufbauen und ja...“

Fünf weitere Faktorengruppen, die mindestens 84 mal genannt wurden, sind die *Wassernutzung* beziehungsweise der *-verbrauch* (N=131), die

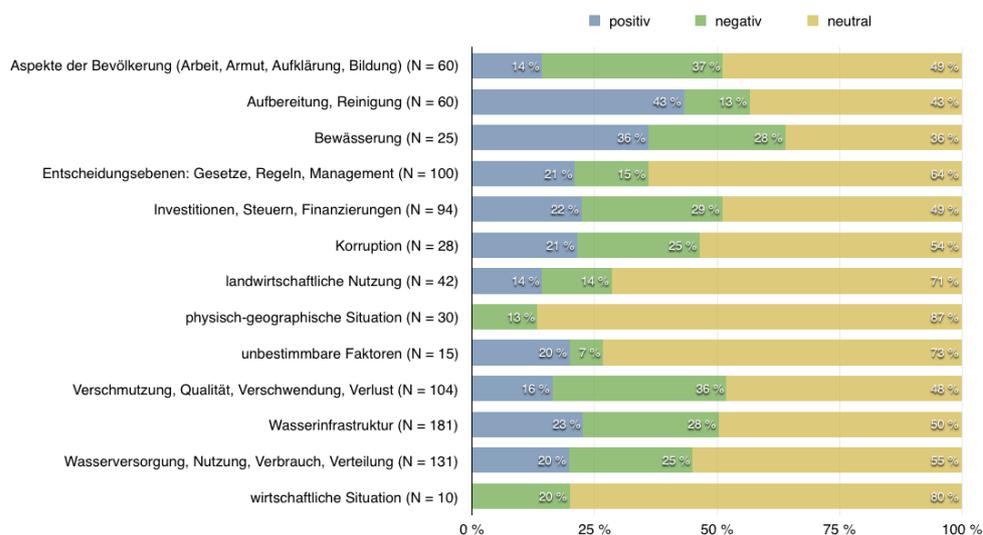


Abbildung 7.8: Anzahl und Bewertung der *Faktoren* des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten (N=Gesamtnennung des Aspekts in Schüler*innentexten), Quelle: eigene Darstellung

Wasserverschmutzung (N=104), *Gesetze und andere Regeln* (N=100), *Investitionen* (N=94) sowie Aspekte, welche die Bevölkerung betreffen. Alle fünf Faktorengruppen werden zum größten Teil neutral bewertet. Nur in der Faktorengruppe *Investitionen* wird ein leicht positiveres Potenzial gesehen (22,3% zu durchschnittlich 19,3% positiver Bewertung). In *Investitionen* wird bei einer positiven Bewertung das Potenzial gesehen, durch gezielten Einsatz die Trinkwassersituation zu verbessern (vgl. Beispiel 10). Wenn die Faktorgruppe *Verschmutzung* und *Nutzung* positiv bewertet werden, wird ihnen bei der *Vermeidung der Verschmutzung* beziehungsweise bei der nachhaltigeren Nutzung des Wassers ein hoher Einfluss auf die Verbesserung attestiert (vgl. Beispiel 10).

10 Beispiel für nachhaltigere Wassernutzung als positiv bewerteter Faktor

„Andere Leitungen können in die ärmeren Gebiete verlegt werden, was wahrscheinlich zu Nutze hätte, dass sich niemand mehr Wasser abzapfen würde.“

Zu den Aspekten, welche die Bevölkerung unmittelbar betreffen, gehört die Aufklärung und Bildung, die meist als fehlend bemängelt wird (vgl. Beispiel 11). In dieser fehlenden Aufklärung über *Wassernutzung* und *-verbrauch* wird eine Ursache der Trinkwasserproblematik beschrieben und dementsprechend als negativ bewertet.

11 Beispiel für fehlende Aufklärung der Bevölkerung als Faktor

„Die mangelnde Bereitschaft der Bevölkerung das Wasser zu bezahlen, kann mehrere Gründe haben: Zum einen eine ungenügende Aufklärung oder das Unverständnis der Bewohner durch die spezifische Trinkwasserversorgungssituation.“

Die nächst stärkere Faktorengruppe mit 60 Nennungen bildet die *Aufbereitung* respektive *Reinigung des Wassers*. Die sehr positive Bewertung der *Reinigung* ist wenig überraschend, jedoch die verhältnismäßig seltene Nennung als *Faktor* ähnlich zum Faktor *Bewässerung* (vgl. Abbildung 7.8). Die Aspekte, welche unmittelbar die Bevölkerung betreffen, werden als *Faktoren* meist neutral und sehr selten positiv bewertet. Das deckt sich mit der geringeren Dominanz, die der Bevölkerung zugeordnet wird. Die anderen sechs Faktorengruppen werden maximal 42 mal genannt, wobei die wirtschaftliche Situation mit nur zehn Nennungen am seltensten auftritt. Bei den meisten *Faktoren* existieren eine durchschnittliche Bewertung, ausgenommen von *physisch-geographischen Faktoren* und *wirtschaftlichen Faktoren*, die keine positiven und wenige negative Bewertungen erfahren haben. Diese *Faktoren* werden meist nur genannt und wenig beurteilt (vgl. Beispiel 12).

12 Beispiel für physisch-geographischen Faktor

„Dass äh eben die Stadt sehr hoch liegt und da jetzt nicht unbedingt jetzt Wasser äh den Berg hoch läuft, sondern in die Flüsse. Somit das eben viel aus dem Grundwasser entnommen wird.“

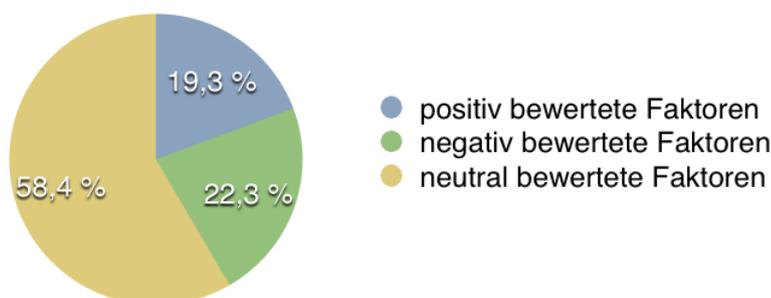


Abbildung 7.9: Verteilung der bewerteten *Faktoren* des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

Insgesamt ist der Anteil an neutralen Bewertungen für *Faktoren* höher als für *Akteure*, was vor allem auf Kosten der Negativbewertungen geht. Außerdem lassen sich zwei Faktorengruppen nach der Häufigkeit ihrer Nennung ausmachen, wovon ungefähr die Hälfte deutlich häufiger genannt wird als andere *Faktoren*.

Strukturen, die ausgehen von ...	INSGESAMT	positiv		negativ		neutral	%
ausländische Unternehmen	19	12	63,2 %	4	21,1 %	3	15,8 %
Bevölkerung	57	18	31,6 %	33	57,9 %	6	10,5 %
Industrie	19	7	36,8 %	8	42,1 %	4	21,1 %
landwirtschaftliche Maßnahmen	44	20	45,5 %	17	38,6 %	7	15,9 %
naturräumliche Gegebenheiten	15	4	26,7 %	11	73,3 %	0	0,0 %
Organisationssysteme, Regierungssysteme, Infrastruktur	111	64	57,7 %	31	27,9 %	17	15,3 %
private Unternehmen	10	6	60,0 %	4	40,0 %	0	0,0 %
Steuern, Investitionen, Finanzierungen	26	19	73,1 %	3	11,5 %	4	15,4 %
Wasseraufbereitung, -klärung, -verschmutzung reduzieren	23	18	78,3 %	4	17,4 %	1	4,3 %
Wassermangeln, -verlust, -qualität	13	3	23,1 %	7	53,8 %	1	7,7 %

Abbildung 7.10: Anzahl und Bewertung der *Strukturen* des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

Im Vergleich zu *Faktoren* und *Akteuren* werden *Strukturen* mit N=347 selten genannt. *Strukturen* umfassen mehrere *Akteure* und *Faktoren*. Die Spezifizierung der *Strukturen* erfolgt in der Beschreibung der *Systembeziehungen*. In der Betrachtung der *Strukturen* wird zunächst vom Initiationsakteur oder -faktor ausgegangen. Auffällig häufig mit ungefähr einem Drittel der Nennungen werden *Strukturen* von *Organisations- und Regierungssystemen* sowie der *Infrastruktur* genannt (vgl. Abbildung 7.10). Über die Hälfte dieser *Strukturen* wird positiv bewertet und etwas mehr als ein Viertel negativ. Das heißt insgesamt, dass diesen *Strukturen* eine hohe Möglichkeit zugesprochen wird, auf die Trinkwasserproblematik Einfluss zu nehmen und dies zu einem großen Teil positiv.

Strukturen

13 Beispiel für Organisationssysteme als Struktur

„Auf nationaler Ebene könnte die staatliche Wasserversorgung aufrecht erhalten bleiben [sic!] um eine Kontrolle der privaten Versorger zu gewährleisten.“

Weiterhin lassen sich zwei andere große Strukturgruppen erkennen. Zum einen *Strukturen*, die von der *Bevölkerung* ausgehen (N=57) und solche, die aus *landwirtschaftlichen Maßnahmen* (N=44) erwachsen sowie *Strukturen*, die weniger als 23 mal genannt werden (vgl. Abbildung 7.10). *Strukturen*, die von der *Bevölkerung* ausgehen, sind in der Regel *Versorgungsorganisationen*, die der Sicherung der Trinkwasserversorgung dienen (vgl. Beispiel 14).

14 Beispiel für negative Strukturen, die von der Bevölkerung ausgehen

„Dadurch, dass eine geringe Bereitschaft besteht, für Trinkwasser aus Leitungen zu bezahlen, können Leitungen nicht erneuert und genügend Trinkwasser beschafft werden. Eben durch diese Seltenheit von Trinkwasser ergeben sich diese Kosten.“

Diese *Strukturen* werden überdurchschnittlich negativ (57,9%) bewertet, da sie als Störfaktor einer übergeordneten Regulierung und finanzieller Absicherung betrachtet werden. *Strukturen*, die aus *landwirtschaftlichen Maßnahmen* erwachsen (vgl. Beispiel 15), werden mittelhäufig genannt und auch durchschnittlich bewertet (vgl. Abbildung 7.10).

15 Beispiel für landwirtschaftliche Maßnahmen als Struktur

„Die alternativen Bewässerungsmethoden sollen Wasser sparen, indem man die Pflanzen nur langsam mit Wasser versorgt, dies aber nicht im Boden versickert sondern so aufgenommen werden kann. Wenn in der Stadt das Wassernetz ausgebaut wird, kann Wasser gespart werden, da nichts durch die Rohrleitungen verloren geht.“

Insgesamt werden die *Strukturen* trotz ihrer geringeren Nennung viel stärker bewertet (vgl. Abbildung 7.11). Nur 12,4% der genannten *Strukturen*

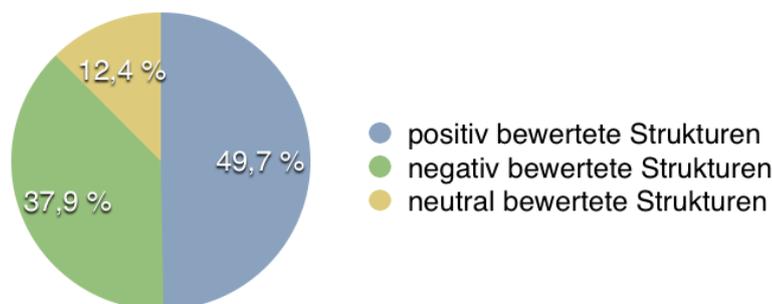


Abbildung 7.11: Verteilung der bewerteten *Strukturen* des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

turen werden gar nicht bewertet, fast 50% der *Strukturen* hingegen als positiv, das heißt, in ihnen wird ein hohes Einflusspotenzial auf die Verbesserung der Trinkwasserproblematik gesehen.

Zusammenfassend sind *Elemente* die meist genanntesten Aspekte eines *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten. Obwohl *Akteure* und *Faktoren* sehr häufig genannt werden, werden *Strukturen* am häufigsten

bewertet. Grundsätzlich gelingt es den Schüler*innen in den Texten, *Elemente* des *Komplexen Systems* der Trinkwasserversorgung in Guadalajara zu benennen.

7.2.2 Vernetzungsgrad

Der *Vernetzungsgrad* in einem *Komplexen System* beschreibt die Beziehungen der Elemente untereinander. Diese können linear sein, das heißt auf ein *Element* folgt das nächste (vgl. Kapitel 3.3). Der *Vernetzungsgrad* kann ebenso kausal sein, das heißt ein *Element* ist die Ursache für ein anderes (vgl. ebd.). Oder der *Vernetzungsgrad* ist korreliert, das heißt, ein *Element* ist über mehrere Ebenen, die nicht direkt erkennbar sind, mit einem anderen verbunden (vgl. ebd.). In den Schüler*innentexten werden überwiegend *lineare Systembeziehungen* (N=261) und weniger *kausale* (N=70) oder *korrelierte Systembeziehungen* (N=11) dargestellt (vgl. Abbildung 7.12). Die seltenere Nennung von *kausalen* und *korrelierten Systembeziehungen* ist auf ihren stärkeren Abstraktions- und höheren Komplexitätsgrad zurückzuführen und deshalb nicht überraschend. Ähnlich zu den *Strukturen* des Systems werden die *Systembeziehungen* positiver bewertet als die anderen *Elemente*. Die verschiedenen *Systembeziehungen* geben das Verhältnis zwischen den *Strukturen* an. Aus diesem Grund sind die genannten Strukturgruppen mit den Nennungen der *Systembeziehungen* identisch (vgl. Abbildung 7.10). Die *Systembeziehungen* verdeutlichen, ob die *Elemente* oder *Faktoren* linear, kausal oder korreliert verknüpft sind. Die Schüler*innen beschreiben in ihren Texten mehr als dreimal so viele *lineare Systembeziehungen* als *kausale* und circa 23 mal mehr als *korrelierte* (vgl. Abbildung 7.12). Zusätzlich werden die meisten

Systembeziehungen

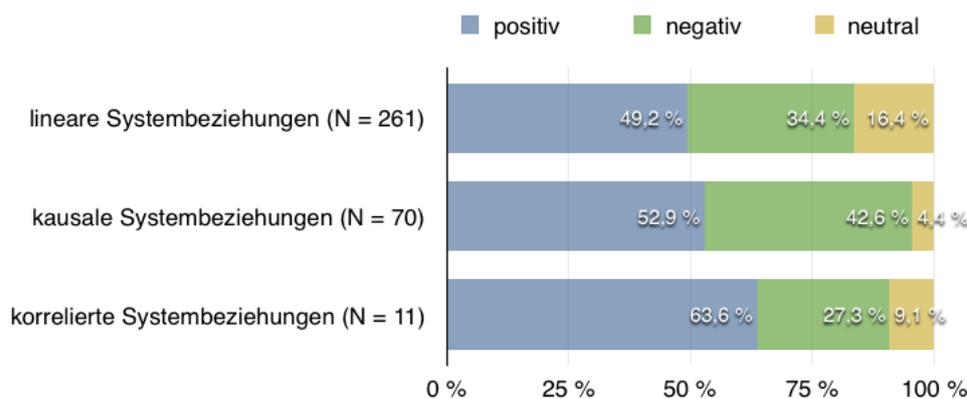


Abbildung 7.12: Anzahl und Bewertung der *Systembeziehungen* des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten (N=Gesamtnennung des Aspekts in Schüler*innentexten), Quelle: eigene Darstellung

Systembeziehungen in Bezug auf ihren Einfluss auf die Trinkwasserpro-

blematik in Guadalajara bewertet. Eine *lineare Systembeziehung* sieht wie folgt aus:

16 Beispiel für lineare Systembeziehung

„Also unser erster und wichtigster Punkt zur Lösung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara ist eine fähige Regierung, die zum Beispiel durch Neuwahlen zu Stande kommen kann, weil die halt im Moment das größte Hindernis ist. Ähm und dadurch würde dann auch keine Korruption mehr da sein. Ähm und dadurch können dann auch Gegenmaßnahmen umgesetzt werden.“

In diesem Beispiel wird die *Regierung* direkt mit einer Neuwahl verknüpft, die wiederum mit der sich dann auflösenden *Korruption* und darauf folgend unbestimmten Gegenmaßnahmen verknüpft ist. Die *Beziehung der Elemente* wird nicht spezifiziert oder hierarchisiert, sondern zeitlich sortiert. Aus diesem Grund wird sie nicht als kausal, sondern linear kategorisiert.

Eine *kausale Systembeziehung* sieht wie folgt aus:

17 Beispiel für kausale Systembeziehung

„Man könnte in der Stadt die alten und kaputten Hausanschlüsse, sowie die langen Leitungen durch Guadalajara erneuern oder reparieren, um den starken Wasserverbrauch, der durch die undichten Anschlüsse verursacht wird, zu reduzieren.“

Diese Textpassage zeigt ein gutes Beispiel für die kausale Verknüpfung zwischen defekten Hausanschlüssen sowie Leitungen und der Reduzierung des Wasserverbrauchs. Die *Elemente* werden nicht nur verknüpft, sondern durch das Verb „*verursachen*“ kausal verbunden. Der Grund für den starken Wasserverbrauch bilden die „*die alten und kaputten Hausanschlüsse, sowie die langen Leitungen*“.

Eine *korrelierte Systembeziehung* sieht wie folgt aus:

18 Beispiel für korrelierte Systembeziehung

„Nein, es geht ja darum, die kommen ja die kommen ja, die Unternehmen, die kommen ja ins Land, um denen so größtenteils die Wirtschaft anzukurbeln. Und die haben ja nichts direkt mit dem Trinkwasser zu tun. Das ist ja nur ein Effekt, der daraus wird. Der dann den der den Staat daraus nützen kann. Die kommen ja nicht mit Absichten dahin, um das Trinkwasser da zu verbessern, sondern die kommen einfach dahin eventuell, das ist ja das Ziel, was dann verfolgt werden muss. Dass man die anlockt, dass die aus irgendeinem Grund natürlich dahin kommen. Wegen Arbeitsplätzen oder so. So ein typisches ADI, damit dann eben dann äh einfach sich da ansiedeln und dann die Wirtschaft da verbessern. Und dann genannte Punkte zu erreichen.“

In dieser Textpassage wird trotz sprachlicher und inhaltlicher Mängel direkt daraufhin gewiesen, dass die Beziehung der *Elemente* untereinander und damit die Folgen nicht direkt erfolgen, sich aber trotzdem bedingen. Unternehmen sollen als *Akteure* die wirtschaftliche Situation verbessern und daraus ergibt sich eine Verbesserung der Trinkwassersituation.

Weitere Aspekte des *Vernetzungsgrades* werden insgesamt wenig genannt (vgl. Abbildung 7.13).

	Anzahl		Anzahl
Selbstorganisation	7	Ganzheitlichkeit	38
Selbststabilisierung	11	Hierarchisierung	17
Selbstregulation	3	SUMME	55
SUMME	21		

Abbildung 7.13: Anzahl weiterer Aspekte des *Vernetzungsgrades* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara in Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

Es werden nur 21 Aspekte genannt, die das System organisieren. Eine *Selbstorganisation* in der Trinkwasserproblematik in Guadalajara kann wie folgt dargestellt werden:

Systemorganisation

19 Beispiel für Selbstorganisation

„Andererseits bietet die Privatisierung eine neue Chance zur Verbesserung der Trinkwasserversorgungslage, da sich das Unternehmen nur mit Lösungsansätzen und neuen Investitionen beschäftigt, die der Bevölkerung zu Gute kommen sollen und nicht mit anderen Problemen wie der Staat. Durch diese Spezialisierung kann intensiver auf das Wasserproblem eingegangen werden und aufgrund der Privatisierung mehr Geld investiert werden.“

Diese Textpassage zeigt eine Selbstorganisation, die durch die Privatisierung in Gang gesetzt werden und eine Organisationsstruktur, das heißt die Spezialisierung eines Privatunternehmens zur Folge hat. Mit Hilfe der Privatisierung soll eine Spezialisierung erreicht werden, die eine Verbesserung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara zur Folge hat.

Eine *Selbststabilisierung* in der Trinkwasserproblematik in Guadalajara kann wie folgt dargestellt werden:

20 Beispiel für Selbststabilisierung

„Die könnten ja, wenn die Gefahr besteht, wenn da was kaputt geht, da läuft das ganze Wasser ja aus, dass sie immer eine Zwischenstation machen mit Behältern, wo das Wasser da reinläuft. Da wird gemessen, wie viel übrig bleibt und beim Abtransport wird es weiter gemessen, ob da was verloren geht. Da kann man das zuvorkommender reparieren.“

Diese Textpassage zeigt wie eine Kontrolle des Wasserverlustes zur Stabilisierung des Systems führen kann. Die vorgeschlagene Messmöglichkeit würde das System der Wasserinfrastruktur in sich selbst stabilisieren.

Eine *Selbstregulation* in der Trinkwasserproblematik in Guadalajara kann wie folgt dargestellt werden:

21 Beispiel für Selbstregulation

„Die reiche Bevölkerung hingegen bekommt das Wasser legal und bezahlt im Gegenzug Geld. Die reicheren Menschen haben Arbeit und bezahlen Steuern. Diese werden dann z.B. zum ... von Kläranlagen genutzt und das Wasser wird gereinigt und dann erst in den Fluss/die Umwelt geleitet.“

Die Akteursgruppe der *wohlhabenden Bevölkerung* wird hier als Regulationsfaktor des Systems beschrieben. Durch die Arbeit, welche diese Bevölkerungsgruppe hat und die sich daraus ergebende Möglichkeit, Steuern zu zahlen, können Reinigungsmaßnahmen finanziert werden, die dann für gesäubertes Abwasser sorgen. Aufgrund der geringen Anzahl dieser

Aspekte in der *Systemorganisation* ist eine Kategorisierung nicht gewinnbringend.

In 38 Textpassagen wird eine *Ganzheitlichkeit* des Systems beschrieben. Zur Darstellung von *Ganzheitlichkeit* werden neben den *Akteuren* und *Faktoren* häufig die *Systembeziehungen* und Folgen genannt und in Beziehung zur Situation gesetzt (vgl. Beispiel 22).

Ganzheitlichkeit
& Hierarchisierung

22 Beispiel für Ganzheitlichkeit

„Also ich glaube, es geht nicht direkt darum, dass direkt Industrie die Wasserinfrastruktur organisieren, sondern dass durch neue Wirtschaftszweige, die Direktinvestoren dort reinbringen, Geldmittel in die Stadt. Und dadurch kann die Stadt was verdienen.“

Im Beispiel 22 werden die *Industrie* und *Direktinvestoren* als *Akteure*, die *Wasserinfrastruktur* und *Wirtschaftszweige* als *Faktoren* genannt, die im Zusammenspiel mit der Stadt (wiederum ein *Akteur*) Geld verdienen. Die Folge der Verbesserung der Wasserinfrastruktur ist eine gesteigerte Attraktivität für weitere Investoren, die letztlich die Liquidität der Stadt erhöhen. Die Verknüpfung der verschiedenen *Akteure* und *Faktoren*, Inbeziehungsetzen miteinander und mit der *zeitlichen Dynamik* ist das ein gelungenes Beispiel für die Darstellung von *Ganzheitlichkeit*.

Hierarchisierung wird in den Schüler*innentexten 17 mal dargestellt (vgl. Abbildung 7.13). Zur Darstellung einer *Hierarchisierung* bedarf es mehrerer *Elemente*, die in eine übergeordnete oder untergeordnete *Struktur* sortiert werden (vgl. Beispiel 23). Die *Elemente* sind voneinander abhängig und bedingen sich gegenseitig.

23 Beispiel für Hierarchisierung

„Diesen Hauptorganisationssitz der Wasserinfrastruktur untergeordnet, sollte es in jedem Bezirk Organisationsbüros geben. Die Arbeit dieser Beschäftigten würde sich dann vor allem auf die Kontrolle der Baufortschritte und die Lösungsfindung mit den Menschen vor Ort einschränken.“

Die häufigste Darstellung von *Hierarchisierungen* in den Texten war die regionale Zuständigkeit der Wasserversorgung. Eine zentrale Organisation wurde häufig über regionale oder städtische Organe gestellt. Teilweise bleiben einige *Elemente* auch unbestimmt, obwohl eine *Hierarchisierung* angedeutet wird (vgl. Beispiel 23).

23 Beispiel für ungenaue Hierarchisierung

„Die haben dieses Conagua. Dann haben dieses, noch ein da drunter auf der äh.“

Lineare und *kausale Systembeziehungen* sowie die *Ganzheitlichkeit* sind die am häufigsten genannten Aspekte des *Vernetzungsgrades*. Aspekte der *Systemorganisation*, *korrelierte Systembeziehungen* oder *Hierarchisierung* des Systems werden seltener genannt. Die Ergebnisse zeigen, dass trotz der teilweise hohen Anzahl an *Elementen*, diese häufig unverbunden im System dargestellt werden. Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen der Korrelationsanalysen.

Der in den Schüler*innentexten dargestellte *Vernetzungsgrad* ist meist eine dargestellte *Systembeziehung* andere Aspekte werden sehr selten genannt. Die Ergebnisse lassen sich wahrscheinlich darauf zurück führen, dass die Darstellung von *Selbstorganisation*, *Selbststabilisierung*, *Selbstregulation*, *Ganzheitlichkeit* und *Hierarchisierung* besonders anspruchsvoll ist. Der Aspekt der *Ganzheitlichkeit* wird verhältnismäßig zu den anderen Aspekten häufiger genannt. Vermutlich ist den Schüler*innen der Aspekt der *Ganzheitlichkeit* in einem System eher bekannt als Aspekte der *Selbstorganisation*, *Selbststabilisierung* und *Selbstregulation*. Diese Aspekte sind, trotz ihrer Schwierigkeit sie zu benennen, grundsätzlich für ein *Komplexes System*. Aus diesem Grund ist eine besondere Fokussierung in zukünftigen Unterrichtseinheiten beziehungsweise Erhebungen zu empfehlen.

7.2.3 Raumzeitliche Dynamik

Eine Beschreibung der *raumzeitlichen Dynamik* ist für die Darstellung *Komplexer Systeme* besonders relevant, da das System in der eigenen Entwicklung betrachtet werden muss. Die Schüler*innentexte zeigen, dass eine Beschreibung von Aspekten der *raumzeitlichen Dynamik* sehr anspruchsvoll ist. Insgesamt werden deutlich weniger Aspekte dazu genannt als *Elemente* oder Aspekte des *Vernetzungsgrads*. Wenn Aspekte genannt werden, handelt es sich zumeist um zeitliche oder räumliche Entwicklungen. Weitere dynamische Prozesse wie die Differenz von lokalen Impulsen und überlokalen Auswirkungen oder die *Herausbildung von neuen Strukturen* werden in den gesamten Schüler*innentexten nur sechsmal genannt (vgl. Abbildung 7.14). *Organisationsprozesse* in zeitlicher (N=24) und in räumlicher (N=22) Entwicklung werden ebenfalls selten, aber häufiger genannt. Die Untersuchung der *zeitlichen Dynamik* zeigt sechs thematische Kategorien in den Nennungen (vgl. Abbildung 7.14). *Nachhaltigkeit* ist das meist genannte Prinzip in der *zeitlichen Dynamik*. *Nachhaltigkeit* wird in allen Nennungen als anzustrebende Maxime gesehen (vgl. Beispiel 24).

Anzahl
der raum-
zeitlichen
Dynamik

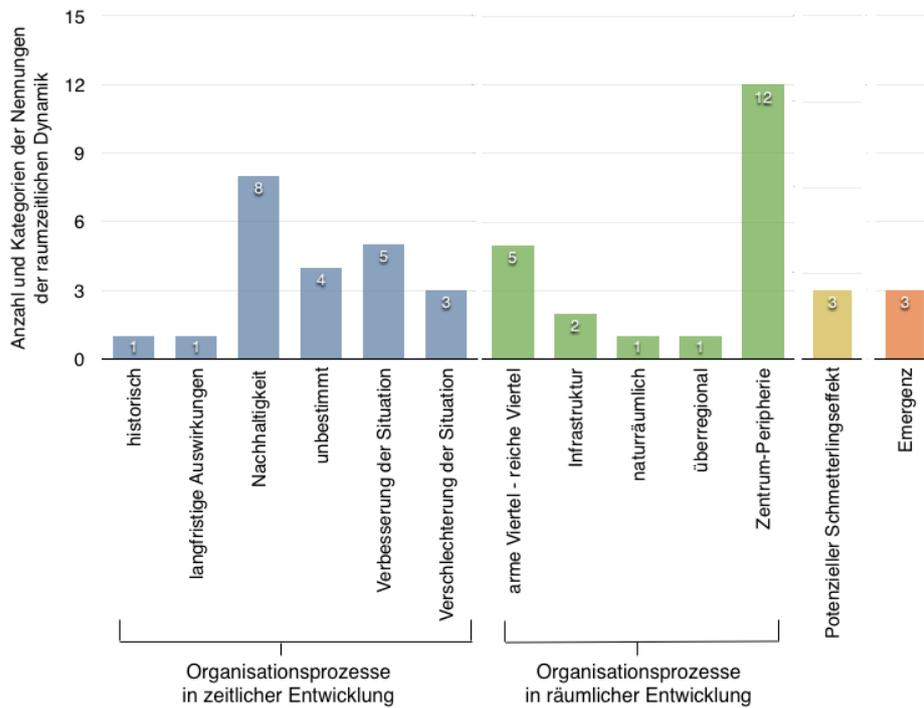


Abbildung 7.14: Anzahl und Kategorien der Nennungen der *raumzeitlichen Dynamik* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

24 Beispiel für Nachhaltigkeit als zeitlicher Organisationsprozess

„Da die Firmen auf lange Sicht damit Geld machen wollen werden sie zukunftsmaßiger planen und somit mit moderner und nachhaltiger Technik, umweltschonender organisieren und durchführen, somit ist die Wasserversorgung gesichert und nachhaltiger auf lange Zeit gute Erfolge zu erzielen.“

Diese Textpassage zeigt die positiv bewertete Darstellung der *Nachhaltigkeit* als *zeitlicher Organisationsprozess*. Am zweithäufigsten werden Folgen für die Zukunft, welche durch eine Verbesserung der Situation auftreten können, genannt. Die Verbesserungen bleiben meist unbestimmt und allgemein (vgl. Beispiel 25).

25 Beispiel für Verbesserung als zeitlicher Organisationsprozess

„Dass sich am Anfang erstmal nicht alles, wie die ausländischen Direktinvestoren Geld bekommen wollen und wie Du schon gesagt hast, durch den Ausbau der Trinkwasserlage könnten sie immer später Geld, da sich die Wirtschaft verbessert und Landwirtschaft und alles andere.“

Andere Organisationsprozesse in *zeitlicher Entwicklung* treten nur singular auf (vgl. Abbildung 7.14). Die häufigste thematische Umsetzung eines *Organisationsprozesses in räumlicher Entwicklung* ist die Abgrenzung zwischen dem Zentrum und der Peripherie der Stadt (N=12) (vgl. Abbildung 7.14).

26 Beispiel für ein Zentrum - Peripherie Aspekt als räumlicher Organisationsprozess

„Dies führt zu großen Disparitäten im Stadtzentrum, doch vor allem in der Peripherie Menschen die nicht in der Stadt leben, kommen kaum an sauberes Trinkwasser.“

Die Abgrenzung findet häufig binär statt, wobei die Peripherie als schwerer zu versorgen beschrieben wird. Selten werden Aspekte wie die räumlichen Disparitäten, die sich aus der Differenz von Arm und Reich ergeben genannt. Vereinzelt werden infrastrukturelle, naturräumliche oder überregionale Dynamiken genannt. Das heißt, ein Einfluss auf ein anderes System wird nur einmal sehr rudimentär dargestellt (vgl. Beispiel 27).

27 Beispiel für überregionale Dynamik als räumlicher Organisationsprozess

„Genauso wie in Bundesländern. Dann von den Kommunen.“

Zusammenfassend wird die *raumzeitliche Dynamik* nur selten dargestellt und wenig mit dem *Vernetzungsgrad* oder *Elementen* verbunden. Die Untersuchung der *Elemente*, des *Vernetzungsgrades* sowie der *raumzeitlichen Dynamik* zeigt eine deutliche Dominanz der *Elemente*, wobei diese teilweise durch Aspekte des *Vernetzungsgrades* verknüpft, jedoch selten in eine *raumzeitliche Dynamik* eingegliedert werden.

7.3 Einordnung in das Kompetenzstufenmodell zur *Darstellung Komplexer Systeme*

Im Rahmen der didaktischen Aufbereitung wurde aus dem Modell *Komplexe Systeme (MKS)* (vgl. Abbildung 3.7) ein Kompetenzstufenmodell zur *Darstellung Komplexer Systeme (KSM)* (vgl. Abbildung 3.10) entwickelt. Das *KSM* soll als Instrument zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen* in den Schüler*innentexten (vgl. Abbildung 2.4) dienen. Das folgende Kapitel widmet sich der Überprüfung des Instruments.

Aufgrund der deutlichen Dominanz der *Elemente* gegenüber dem *Vernetzungsgrad* und der *raumzeitlichen Dynamik* werden die einzelnen Schüler*innentexte neben der allgemeinen Einordnung in das *KSM* für jede einzelne Kategorie eingeordnet. Außerdem werden neben der Gesamtbetrachtung die unterschiedlichen Erarbeitungsformen (Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit) berücksichtigt. Darüber hinaus wird zwischen mündlichen und schriftlichen Texten differenziert.

KSM:
gesamt

Die Gesamtbetrachtung der Schüler*innentexte zeigt eine hauptsächliche Verteilung auf die zweite (N=28) und dritte Stufe (N=35) und eine geringe auf die erste Stufe (N=7) beziehungsweise eine sehr geringe auf die höchste Stufe (N=2) (vgl. Abbildung 7.15). Die Gesamtzahl (N) setzt sich aus den Schüler*innentexten der verschiedenen Erhebungsformen zusammen. So ergibt sich die gruppenstärkste Kompetenzstufe 3 aus 21 Schüler*innentexten, die in Einzelarbeit, fünf Schüler*innentexte, die in Partnerarbeit und neun Schüler*innentexte, die in Gruppenarbeit entstanden sind. Nur zwei Schüler*innentexte haben die höchste Kompetenzstufe vier erreicht.

Demnach ist es in zwei Texten gelungen, die Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* zu beschreiben. Die 28 Schüler*innentexte der 2. Stufe stellen einige Elemente, einige Aspekte des *Vernetzungsgrades* und der *raumzeitlichen Dynamik* dar. In 35 Schüler*innentexten werden wesentliche *Elemente*, überwiegend *lineare Systembeziehungen*, sonst keine beziehungsweise wenige Aspekte des *Vernetzungsgrades* und einige Aspekte der *Organisationsprozesse* in zeitlicher respektive räumlicher Entwicklung dargestellt, jedoch sonst keine oder wenige Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik*. In diesen Texten werden eine hohe Anzahl von *Elementen* genannt, die in verschiedene *Systembeziehungen* gesetzt werden. Zudem werden *Selbstorganisationsprozesse* der Trinkwasserproblematik beschrieben. Das System wird in seiner *Ganzheitlichkeit* veranschaulicht und die existierenden Beziehungen werden hierarchisiert. Das System wird mit seinen *Elementen* und

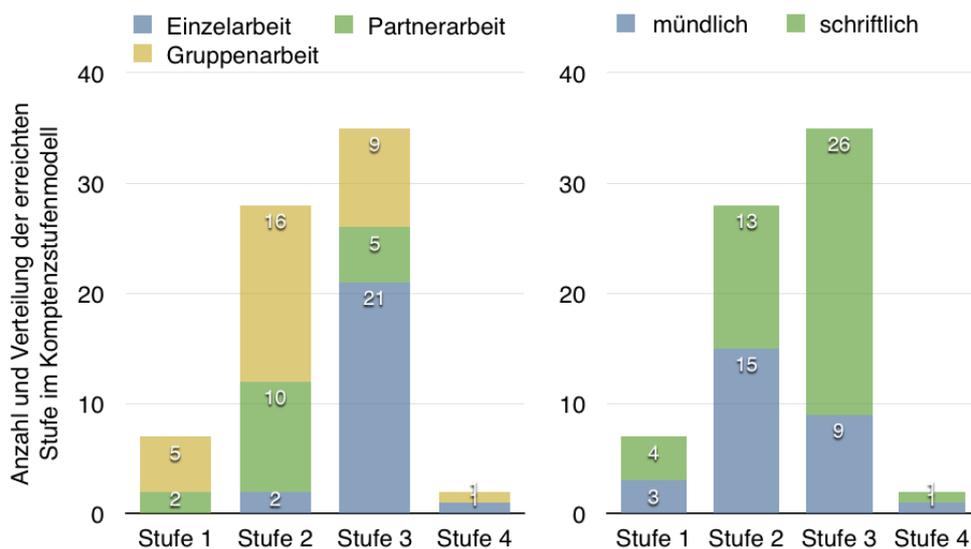


Abbildung 7.15: Verteilung der Kompetenzstufen nach dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) in den Schüler*innentexten unter der Berücksichtigung der Erarbeitungsform, 1. Stufe: keine bis wenige Elemente/Aspekte des Vernetzungsgrades/raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 2. Stufe: einige Elemente/wenige Aspekte des Vernetzungsgrades/raumzeitliche Dynamik werden genannt, 3. Stufe: wesentliche Elemente/ überwiegend lineare Systembeziehungen, sonst keine/ wenige Aspekte des Vernetzungsgrades/ Organisationsprozesse in zeitlicher/ räumlicher Entwicklung, sonst keine/ wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 4. Stufe: hohe Anzahl an Elementen/ verschiedene Systembeziehungen und weitere Aspekte des Vernetzungsgrades/verschiedene Aspekte der raumzeitlichen Dynamik wird genannt, Quelle: eigene Darstellung

dem *Vernetzungsgrad* in einer *raumzeitlichen Dynamik* geschildert, das heißt es werden zeitliche oder räumliche Entwicklungen, das Herausbilden beziehungsweise Zusammenwirken von Systemelementen präsentiert. Durch die gewichtete Zusammenführung der Kategorien eines *Komplexen Systems*, ist es nicht erforderlich in allen drei Kategorien (*Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik*) die höchste Kompetenzstufe im Einzelnen zu erlangen. Im Konkreten heißt das, dass die beiden Texte der Kompetenzstufe vier beide die höchste Stufe in der Kategorie *Elemente* und *Vernetzungsgrad* erreichten, jedoch in der Kategorie *raumzeitliche Dynamik* nur die Kompetenzstufe zwei. Das bestätigt die Ergebnisse der inhaltlichen Betrachtung (vgl. Kapitel 7.2), die zeigen, dass die Darstellung einer *raumzeitlichen Dynamik* besonders anspruchsvoll und dementsprechend selten ist.

Beim Erlangen der dritten Kompetenzstufe werden *Elemente* etikettiert und entsprechend der Aspekte des *Vernetzungsgrades* miteinander verbunden respektive in eine *raumzeitliche Dynamik* geordnet, jedoch nicht in dem hohen Maße wie auf der vierten Kompetenzstufe. In den meisten Fällen wird eine hohe Anzahl an *Elementen* genannt, doch nur mangelhaft verknüpft, das heißt es wird eine geringer Stufe in der Kategorie *Vernetzungsgrad* erlangt. Auch dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen der inhaltlichen Betrachtung (vgl. Kapitel 7.2). Mit dem häufigen Erreichen der dritten Stufe zeigt sich ebenfalls, dass im Wesentlichen die Trinkwasserproblematik als *Komplexes System* erfasst wurde und es nur kleinere Schwächen in der Darstellung gibt (vgl. Abbildung 7.15). In der Gesamtbetrachtung zeigt sich jedoch, dass über die Hälfte der Schüler*innen nur die Stufe eins beziehungsweise zwei erreichen, was eine mangelhafte Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* bedeutet. Eine detaillierte Untersuchung der einzelnen Kompetenzstufen und Kategorien folgt nach der Untersuchung der Erhebungsform.

Es zeigt sich eine ungleiche Verteilung der Erhebungsform auf die verschiedenen Stufen. Texte, die in Gruppenarbeit entstanden, sind in allen vier Stufen zu finden und in der ersten und zweiten, das heißt in niedrigen Kompetenzstufen, die vorrangige Textform (vgl. Abbildung 7.15). Jedoch ebenfalls auf der höchsten Kompetenzstufe findet sich ein Text aus einer Gruppenarbeit. Interessant ist darüber hinaus, dass die häufigste Erarbeitungsform auf der stärksten Stufe (Kompetenzstufe 3) mit N=21 die Einzelarbeit ist, die sonst nur wenig auf die anderen Stufen verteilt ist. Die Untersuchung der Verteilung der Kompetenzstufen auf eine mündliche und schriftliche Textform zeigt für die schwächsten Kompetenzstufen eins und vier ein ähnliches Bild zur Erhebungsform in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit, doch unterscheidet es sich in den stärksten Kompetenzstufen zwei und drei von diesen Ergebnissen. In der Kompetenzstufe zwei werden etwa gleich viele Texte mündlich wie schriftlich erstellt, wohingegen in der Kompetenzstufe drei der Großteil der Texte schriftlich ist. Es lässt sich kein Zusammenhang zwischen der Erarbeitungsform in Gruppen-, Partner- oder individueller Arbeit mit einer mündlichen respektive schriftlichen Erhebungsform feststellen. Besonders deutlich wird die fehlende Verbindung in der stärksten Kompetenzstufe drei.

Im Folgenden wird das *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) innerhalb der Kategorien *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* untersucht. Überdies werden die verschiedenen Erhebungsformen berücksichtigt.

Die Einordnung der Kompetenzstufen in der Kategorie *Elemente* zeigt eine starke 4. (N=28) und 2. (N=20) Stufe sowie eine ähnliche Ausprägung der 1. (N=11) und 3. (N=13) Stufe (vgl. Abbildung 7.16).

Erhebungsform
im KSM

KSM:
Elemente

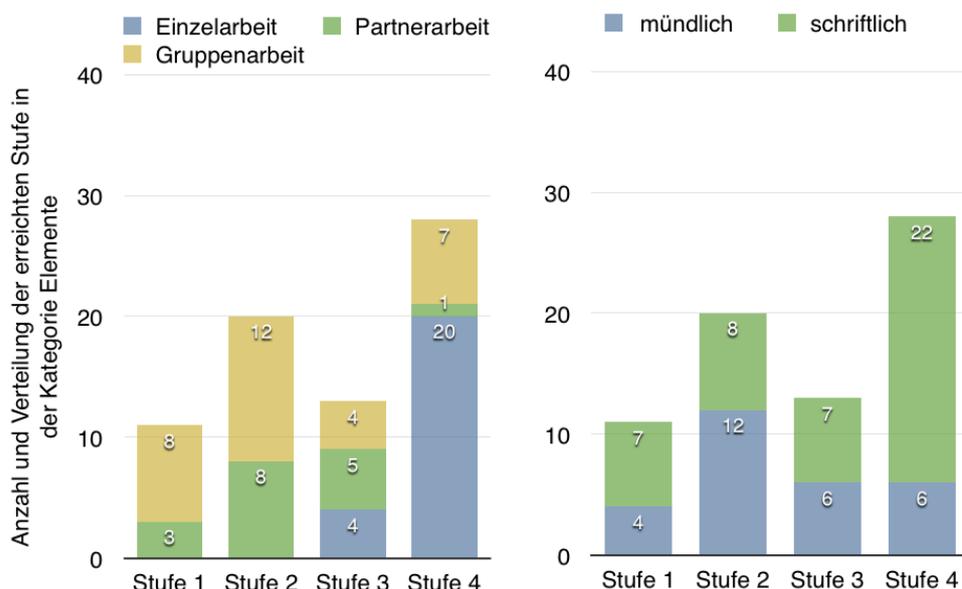


Abbildung 7.16: Verteilung der Kompetenzstufen in der Kategorie *Elemente* nach dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) in den Schüler*innentexten unter der Berücksichtigung der Erhebungsformen, 1. Stufe: keine bis wenige Elemente werden genannt, 2. Stufe: einige Elemente werden genannt, 3. Stufe: wesentliche Elemente werden genannt, 4. Stufe: hohe Anzahl an Elementen wird genannt, Quelle: eigene Darstellung

Die Analyse der inhaltlichen Betrachtung des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten zeigt bereits eine sehr hohe Nennung verschiedener *Akteure* und *Faktoren* (vgl. Kapitel 7.2 *Elemente*). Aus diesem Grund verwundert die starke Ausprägung der vierten Kompetenzstufe nicht. In der Kategorie *Elemente* wird viel häufiger die höchste Kompetenzstufe erreicht als in der Gesamtbewertung nach Kompetenzstufen. Trotzdem ist die dritte Kompetenzstufe weniger ausgeprägt als die zweite Stufe und weist nur zwei Nennungen mehr als die erste Kompetenzstufe auf. Die Stufe drei und vier, bei denen von einer Benennung der wesentlichen *Elemente* ausgegangen werden kann, werden insgesamt nur zehnmal mehr erreicht als die erste und zweite. Die Untersuchung der Erhebungsform zeigt nach Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit ebenfalls ein anderes Bild als die Gesamtbetrachtung (vgl. Abbildung 7.16). Die erste und zweite Stufe setzt sich nur aus Texten zusammen, die in Partner- oder Gruppenarbeit entstanden sind, wobei sich die Texte aus der Gruppenarbeit recht gleichmäßig auf Stufe eins, zwei und vier verteilen aber auch in der dritten Stufe gering enthalten sind. Texte aus der Partnerarbeit sind unterschiedlich stark auf die Kompetenzstufen verteilt. Eine Besonderheit bietet wiederum die Einzelarbeit, die mit $N=20$ den Großteil der höchsten Kompetenzstufe bildet und wiederum selten in anderen Stufen, hier nur in der dritten Kompetenzstufe mit $N=4$ auftritt. Die Verteilung der

mündlichen und schriftlichen Betrachtung zeigt eine relativ gleichmäßige Verteilung der Texte aus der schriftlichen Erhebungsform ausgenommen in der vierten Stufe, in der sie den Großteil der Texte stellen (N=22) (vgl. Abbildung 7.16). Texte aus der mündlichen Erhebungsform verteilen sich gleichmäßig auf die erste, dritte und vierte Stufe, finden sich vornehmlich in der zweiten Stufe (N=12).

Die Ergebnisse stützen die Ergebnisse der inhaltlichen Betrachtung des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten und zeigen, dass die Benennung von *Elementen* Schüler*innen keine großen Probleme bereiten. So kann die Kategorie *Elemente* im *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) grundsätzlich bestätigt werden. Die Ausprägung der verschiedenen Stufen finden Unterstützung in der inhaltlichen Betrachtung des *Komplexen Systems* (vgl. Kapitel 7.2), weshalb die Stufung ebenfalls bestätigt wird.

Folgend wird die Stufenverteilung in den Kategorien *Vernetzungsgrad* sowie *raumzeitlicher Dynamik* untersucht (vgl. Abbildung 7.17, 7.18). Insgesamt zeigt sich in beiden Kategorien eine Konzentration der Verteilung auf die ersten beiden Kompetenzstufen. In der Kategorie *Vernetzungsgrad* ist die zweite Stufe (N=35) die stärkste Stufe, wobei sie sich auf die Stufen eins (N=11), drei (N=16) und vier (N=10) relativ gleichmäßig verteilen (vgl. Abbildung 7.17).

KSM: Vernetzungsgrad

Die Verteilung der Texte auf die Kompetenzstufen ergibt nach den Ergebnissen der inhaltlichen Betrachtung ein erwartbares Bild. Die Berücksichtigung von Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit zeigt eine unauffällige Verteilung für die zweite bis vierte Stufe. Die erste Stufe beinhaltet jedoch ausschließlich Texte aus der Gruppenarbeit. Da die erste Stufe jedoch nicht besonders stark ausgeprägt ist und die anderen Stufen ebenfalls Texte aus der Gruppenarbeit zeigen, ist von keiner Unregelmäßigkeit auszugehen. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen, dass die Beschreibung des *Vernetzungsgrades* in den Schüler*innentexten weniger häufig gelingt, als die Beschreibung von *Elementen*. Erklären lassen sich die Ergebnisse vorwiegend durch den themeninhärenten Schwierigkeitsgrad.

Die Verteilung der Schüler*innentexte nach dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) in der Kategorie *raumzeitliche Dynamik* unterscheidet sich deutlich von der Verteilung in den Kategorien *Elemente* und *Vernetzungsgrad* (vgl. Abbildung 7.18). Die Kompetenzstufen eins (N=46) und zwei (N=24) sind dominant in der Verteilung der Texte, wohingegen die dritte Stufe (N=2) und vierte Stufe (N=0) eine zu vernachlässigende Rolle spielen. Das Ergebnis ist nach der Untersuchung der inhaltlichen Betrachtung eines *Komplexen Systems* erwartungsgemäß. Die Schwierigkeit, *raumzeitliche Dynamiken* darzustellen, spiegelt sich in der Besetzung der unteren Kompetenzstufen wider. Die Untersuchung der Erhebungsformen (vgl. Abbildung 7.18) demonstriert ein geringes Übergewicht der Gruppenar-

KSM: raumzeitliche Dynamik

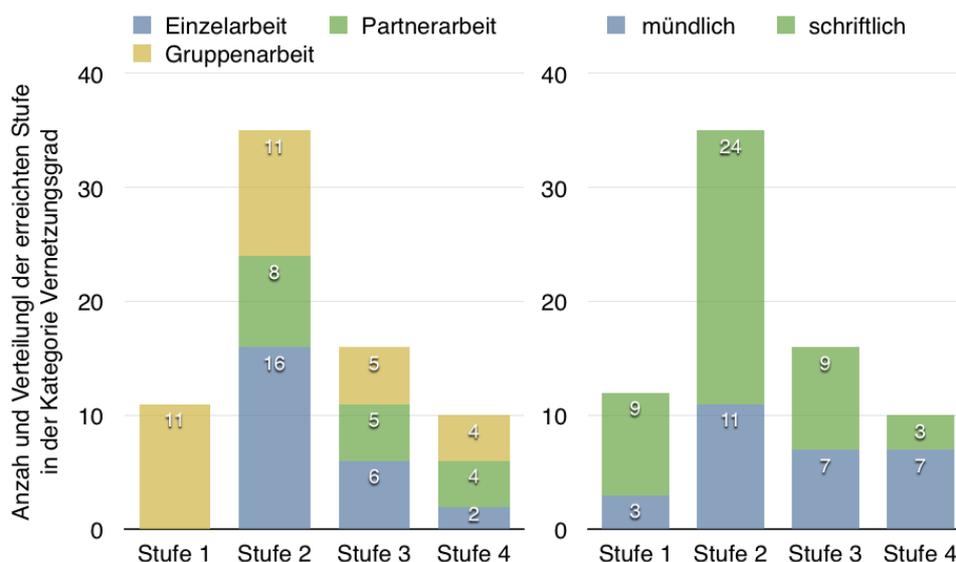


Abbildung 7.17: Verteilung der Kompetenzstufen in der Kategorie *Vernetzungsgrad* nach dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) in den Schüler*innentexten unter der Berücksichtigung von Erhebungsformen, 1. Stufe: keine bis wenige Aspekte des Vernetzungsgrades werden genannt, 2. Stufe: wenige Aspekte des Vernetzungsgrades werden genannt, 3. Stufe: überwiegend lineare Systembeziehungen, sonst keine/wenige Aspekte des Vernetzungsgrades werden genannt, 4. Stufe: verschiedene Systembeziehungen und weitere Aspekte des Vernetzungsgrades werden genannt, Quelle: eigene Darstellung

beit sowie der Schriftlichkeit in den stark besetzten Stufen. Die Ergebnisse der Untersuchung des *KSMs* (vgl. Abbildung 3.10) in der Kategorie *raumzeitliche Dynamik* zeigt große Schwierigkeiten in den höchsten Stufen des *KSMs*. Die sehr geringe Ausprägung der beiden hohen Stufen und damit einhergehend die seltene Darstellung von Aspekten der *raumzeitlichen Dynamik* in den Schüler*innentexten verdeutlicht große Probleme im Komplexitätsgrad der Darstellungen. Diese Aspekte sind inhaltlich die anspruchsvollsten (vgl. Kapitel 3.3). Aus diesem Grund kann bei der Beurteilung dieser Kategorie des *KSMs* (vgl. Abbildung 3.10) nur von Tendenzen ausgegangen werden.

Zusammenfassend bestätigt sich das *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) als Instrument zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen*. Die vier Kompetenzstufen werden durch die inhaltliche Betrachtung sowie die Verteilung der Schüler*innentexte auf die vier Kompetenzstufen getragen. Grundsätzlich ist die Gesamtverteilung sowie die Verteilung innerhalb der Kategorien *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* der Schwierigkeit des Erfassens angepasst. Eine Auffälligkeit bildet allerdings die Verteilung auf den niedrigen Kompetenzstufen in

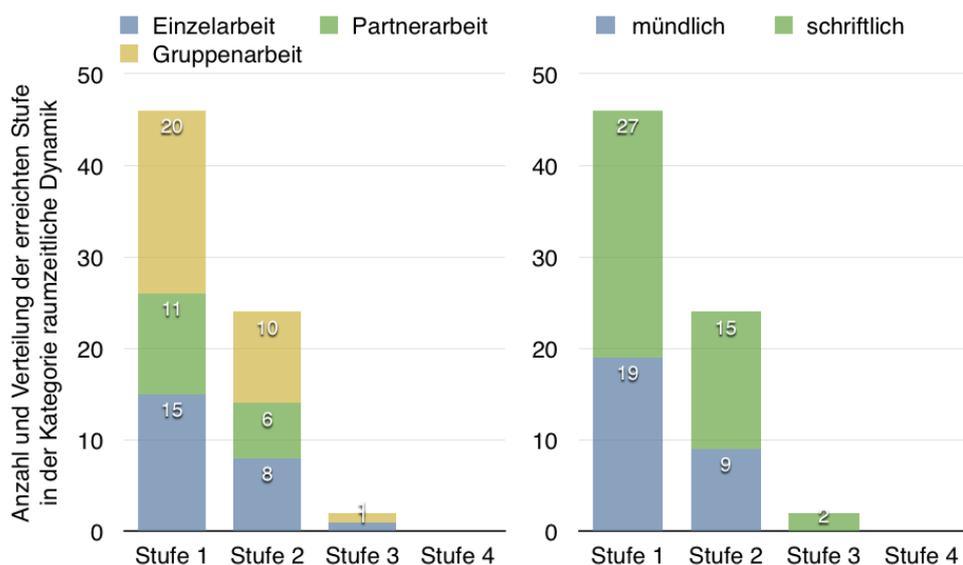


Abbildung 7.18: Verteilung der Kompetenzstufen in der Kategorie *raumzeitliche Dynamik* nach dem KSM (vgl. Abbildung 3.10) in den Schüler*innentexten unter der Berücksichtigung von Erhebungsformen, 1. Stufe: keine bis wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 2. Stufe: einige bis wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 3. Stufe: Aspekte der Organisationsprozesse in zeitlicher/räumlicher Entwicklung, sonst keine/wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 4. Stufe: verschiedene Aspekte der raumzeitlichen Dynamik wird genannt, Quelle: eigene Darstellung

der Kategorie *raumzeitliche Dynamik* sowie das daraus folgende seltene Erreichen der höchsten Kompetenzstufe, was in der Diskussion noch einmal aufgegriffen wird. Die Überprüfung der verschiedenen Erarbeitungsformen (Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit sowie mündlich und schriftlich) zeigt eine gleichmäßige Verteilung auf alle Kompetenzstufen und in allen Kategorien.

7.4 Sprachliche Darstellung des *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Im folgenden Abschnitt wird die sprachliche Darstellung des *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara untersucht. Zunächst werden kompetenzstufenübergreifend (vgl. Kapitel 7.2) die ver-

wendeten Kernbegriffe nach ihrer Nennungshäufigkeit sowie nach ihrer Verteilung auf die Kategorien eines *Komplexen Systems* überprüft. Anschließend werden die am häufigsten genannten Begriffe in den Kompetenzstufen des *KSMs Darstellung Komplexer Systeme (KSM)* (vgl. Abbildung 3.10) dargestellt. Weiter werden sich ergebende Cluster der Kernbegriffe in Form von Inhaltsfeldern in ihrer Nennungshäufigkeit beschrieben sowie kategorienübergreifende Gesetzmäßigkeiten der Kernbegriffe dargestellt.

Daraufhin werden die Kernbegriffe in den Texten der höchsten Kompetenzstufe im *KSM* in ihrer Kollokation untersucht. Diese Zusammenstellung der häufigsten Begriffe soll die inhaltlichen Schwerpunkte visualisieren. Am Ende des Kapitels wird anhand von Beispielen der höchsten Kompetenzstufe genauer untersucht, wie Schüler*innen *Komplexe Systeme* sprachlich realisieren.

Anhand von Kernbegriffen sollen im Folgenden die begrifflichen Schwerpunkte in den Schüler*innentexten visualisiert werden. Als Kernbegriff werden Substantive, Abkürzungen und Adjektive bezeichnet, welche Inhaltsträger in den Schüler*innentexten sind. Sie sind also für die Argumentation im Text unerlässlich. Abbildung 7.19 zeigt alle Kernbegriffe, die mindestens 40 mal in den Texten genannt werden sowie den Kernbegriff *Zentrum*. Dieser Kernbegriff wurde trotz seiner insgesamt geringeren Nennung in die genauere Betrachtung mit aufgenommen, da er in der gering ausgeprägten Kategorie *raumzeitliche Dynamik* (N=6) häufiger als andere Kernbegriffe auftritt.

Kernbegriffe

Es wurden in den Texten 23 Begriffe (inklusive ihrer Synonyme) mehr als 40 mal genannt, wobei alle Begriffe am häufigsten in der Kategorie *Elemente* (N=1840, 74%) auftauchen. Am zweithäufigsten werden die Begriffe in der Kategorie *Vernetzungsgrad* (N=570, 23%) und am seltensten in der Kategorie *raumzeitliche Dynamik* (N=67, 3%) genannt. Aufgrund der insgesamt überwiegenden Nennung der *Elemente*, der geringeren Illustration des *Vernetzungsgrades* und der seltenen Darstellung der *raumzeitlichen Dynamik* (vgl. Kapitel 7.2) ist diese Verteilung erwartungsgemäß.

Der insgesamt häufigst verwendete Begriff ist mit 192 Nennungen *Geld*, dicht gefolgt von *Investitionen* (N=189), was eine Konzentration auf finanzielle Aspekte vermuten lässt. Exploriert man alle Begriffe, die mehr als 150 mal genannt wurden (vgl. Abbildung 7.19), zeigt sich neben finanziellen Aspekten, eine Häufung in den Akteuren *Industrie* und *Landwirtschaft* sowie eine Konzentration auf das *Wasser* selbst. Eine Besonderheit zeigt sich beim Kernbegriff *Infrastruktur*. Dieser ist es der häufigste Kernbegriff in der Kategorie *Vernetzungsgrad* (N=47). Der häufigste Begriff in der selten bedienten Kategorie der *raumzeitlichen Dynamik* ist mit 11 Nennungen in dieser Kategorie *Stadt*. Untersucht man den Anteil der

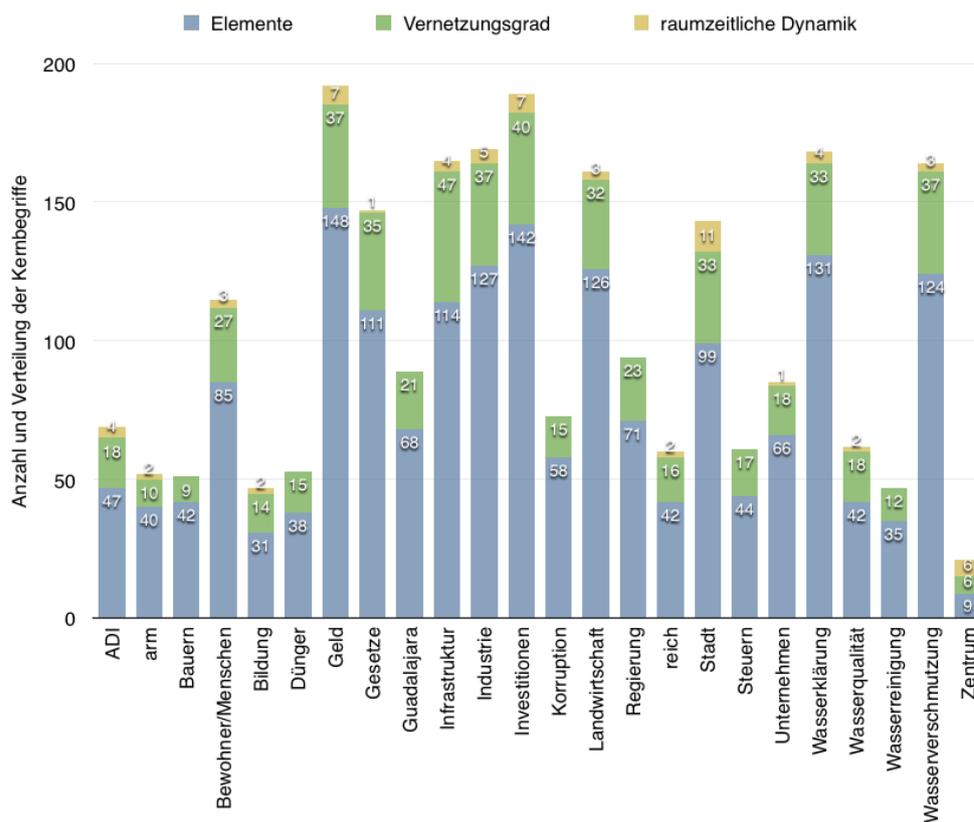


Abbildung 7.19: Die häufigst genannten Kernbegriffe zur Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* in den Kategorien in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

zehn meist genannten Kernbegriffe in den Kompetenzstufen des *KSMs* 3.10 zeigt sich, dass alle Kernbegriffe in den ersten drei Kompetenzstufen verwendet werden (vgl. Abbildung 7.20). Da die höchste und vierte Kompetenzstufe nur sehr selten erreicht wurde, ist auch diese Verteilung erwartungsgemäß. Hauptsächlich werden die zehn Kernbegriffe in der dritten Kompetenzstufe genannt, welche in der Gesamtbetrachtung auch die stärkste ist (vgl. Abbildung 7.15). Der am häufigsten genannte Kernbegriff *Geld* wird mit 81% besonders häufig in der dritten Kompetenzstufe, jedoch gar nicht in der höchsten vierten (vgl. Abbildung 7.20). Der Kernbegriff *Gesetze* wird mit 10% verhältnismäßig häufig in der vierten Kompetenzstufe verwendet. Weitere Kernbegriffe, die in der vierten Kompetenzstufe verwendet werden sind *Infrastruktur*, *Landwirtschaft* und *Wasserklärung* (vgl. Abbildung 7.20). Da jedoch die vierte Kompetenzstufe selten erreicht wurde, können keine allgemeinen Aussagen abgeleitet werden.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Kernbegriffe auf den Kompetenzstufen des *KSMs* weisen daraufhin, dass mit zunehmender Kompetenz ebenfalls häufiger einer der Kernbegriffe verwendet wird. Das heißt, in

der dritten Kompetenzstufe wird zum Beispiel der Kernbegriff *Bewohner*innen* verhältnismäßig häufiger verwendet als in der zweiten und in der zweiten häufiger als in der ersten. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass mit zunehmender Komplexitätsdarstellung auch die Verwendung wichtiger Kernbegriffe wächst.

Mit Hilfe der Analyse der Kernbegriffsverwendung zeigt sich außerdem, dass wenn ein Begriff besonders häufig in einer der Kategorien, das heißt *Elemente*, *Vernetzungsgrad* oder *raumzeitliche Dynamik* genannt wird, wird er tendenziell auch in einer der anderen Kategorien häufig genannt. Die Abbildung 7.21 unterstützt diese These. Es werden die Kernbegriffe (zum Beispiel *ADI* mit einem Kreis markiert) der Schüler*innentexte innerhalb der Auswertungskategorie, das heißt in *Elemente* (blau), in *Vernetzungsgrad* (grün) oder in *raumzeitliche Dynamik* (orange), im Bezug zur durchschnittlichen Verwendung der Kernbegriffe (gestrichelte Linie) in der Kategorie gesetzt. Wird der Begriff entsprechend der These in allen Kategorien anteilig häufig verwendet, liegt das zugehörige Symbol im Rahmen der Standardabweichung. Da dies für die meisten Kernbegriffe der Fall ist (vgl. Abbildung 7.21) kann die These bestätigt werden. Eine häufige Verwendung eines Kernbegriffs in einer Kategorie weist auf eine wahrscheinlich ebenfalls häufig Verwendung in einer anderen Kategorie hin.

Dieses Ergebnis lässt eine begriffsunabhängige, das heißt übergeordnete Verwendung von Begriffen in den verschiedenen Kategorien vermuten. Diese Vermutung wird im Folgenden weiter verfolgt.

In der inhaltlichen Betrachtung der Kernbegriffe zeigen sich durch eine Kategorisierung der Kernbegriffe sechs Inhaltsfelder (vgl. Abbildung 7.22): *Akteure*, *finanzielle Aspekte*, *sozioökonomische Aspekte*, Begriffe direkt zum *Wasserkontext* sowie *staatliche Aspekte*. Zusätzlich gibt es noch die Kernbegriffe *Dünger*, *Infrastruktur* und *Zentrum*, die keinem Inhaltsfeld zugeordnet werden können. Jedem Inhaltsfeld sind die verschiedenen Kernbegriffe zugeordnet (vgl. Abbildung 7.22).

Neben dem Inhaltsfeld *Akteure*, das insgesamt die meisten Kernbegriffe enthält, sind unter der Berücksichtigung der am häufigsten genannten Kernbegriffe die Inhaltsfelder *finanzielle Aspekte* sowie *Wasserkontext* ebenfalls stark vertreten. Die wiederkehrenden Begriffe in den Schüler*innentexten zeigen eine in sich rückläufige inhaltliche Konzentration auf *Akteure*, Aspekte aus dem *Wasserkontext*, *finanzielle*, *staatliche* sowie *sozioökonomische Aspekte*.

Die Kategorisierung der Kernbegriffe in die Inhaltsfelder verdeutlicht die Schwerpunkte der Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara in den Schüler*innentexten auf Begriffsebene. Das heißt, dass sich *Akteure* besonders häufig in den Kernbegriffen der Schüler*innentexte

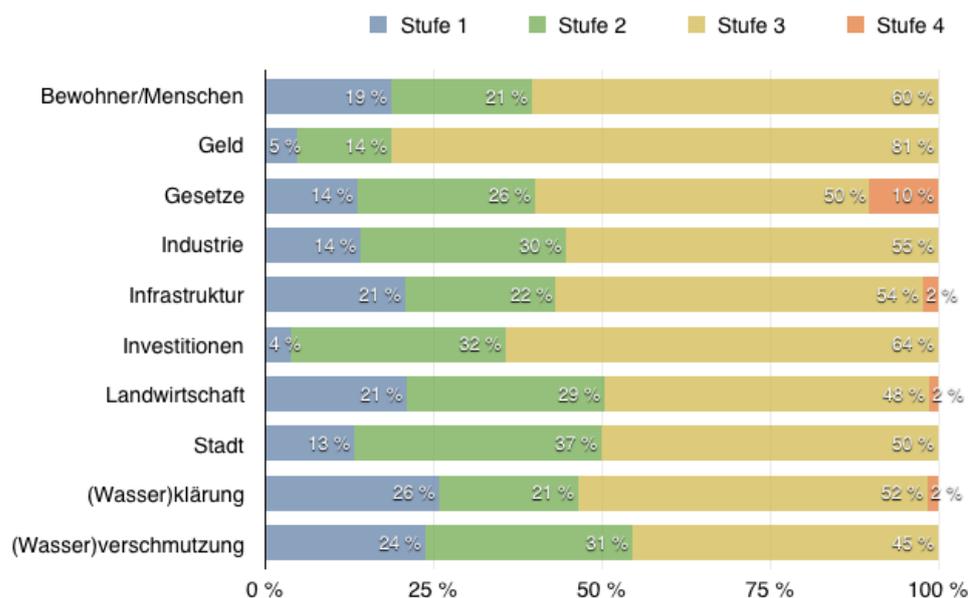


Abbildung 7.20: Anteil der zehn häufigst genannten Kernbegriffe zur Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* an den Kompetenzstufen des *KSMs* (vgl. Abbildung 3.10), 1. Stufe: keine bis wenige Elemente/ Aspekte des Vernetzungsgrades/raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 2. Stufe: einige Elemente/ wenige Aspekte des Vernetzungsgrades/raumzeitliche Dynamik werden genannt, 3. Stufe: wesentliche Elemente/ überwiegend lineare Systembeziehungen, sonst keine/ wenige Aspekte des Vernetzungsgrades/ Organisationsprozesse in zeitlicher/ räumlicher Entwicklung, sonst keine/ wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 4. Stufe: hohe Anzahl an Elementen/ verschiedene Systembeziehungen und weitere Aspekte des Vernetzungsgrades/ verschiedene Aspekte der raumzeitlichen Dynamik wird genannt, Quelle: eigene Darstellung

wiederfinden. Ebenfalls zeigt sich, dass recht viele Kernbegriffe aus dem Inhaltsfeld des *Wasserkontextes* und diese ebenfalls häufig in den Schüler*innentexten vorkommen.

Die relativ seltene Nennung von Kernbegriffen der *sozioökonomischen Aspekte* im Vergleich zu anderen Inhaltsfeldern deutet auf eine wenig komplexe Verwendung der Kernbegriffe hin. Die häufigsten Kernbegriffe und die stärksten Inhaltsfelder sind direkt mit der Trinkwasserproblematik verbunden und zeigen direkt *Akteure*, *Faktoren* oder Folgen. Indirekte Aspekte wie *sozioökonomische Aspekte* werden nicht so häufig verwendet. Diese Annahme wird in der Diskussion noch einmal aufgegriffen und im

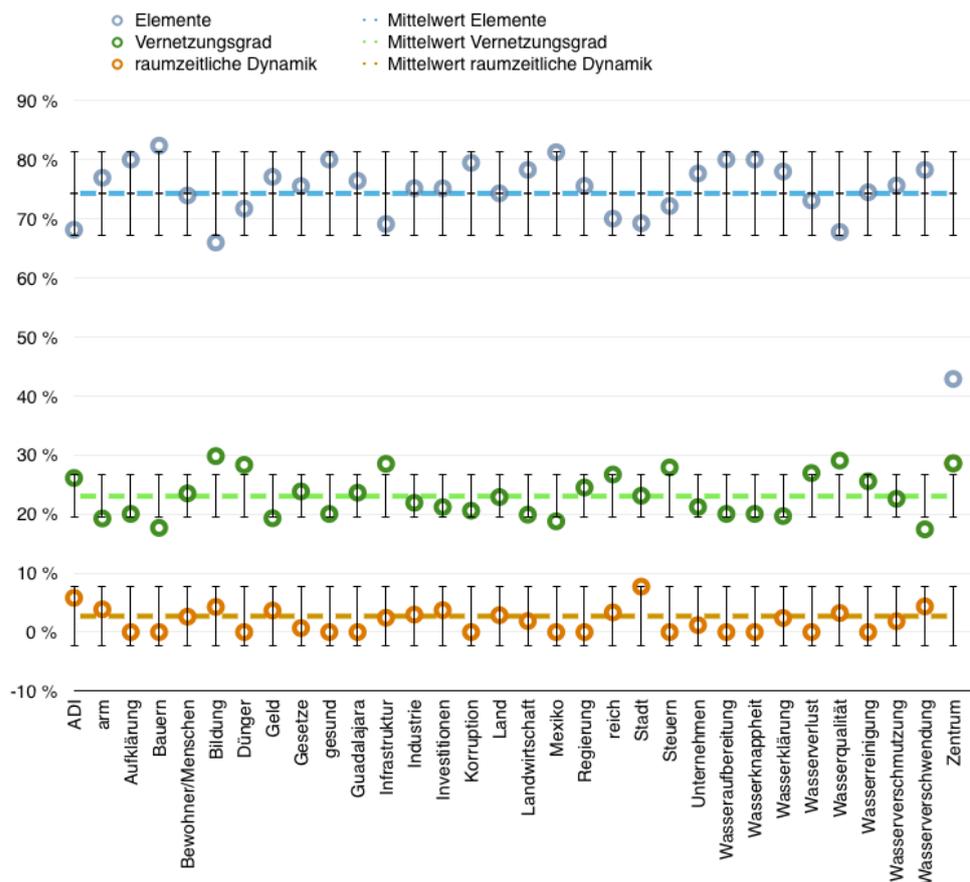


Abbildung 7.21: Verteilung der häufigst genannten Kernbegriffe auf Kategorien des *KSMs* mit Standardabweichung in Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

Zusammenhang mit anderen Ergebnissen diskutiert.

Im Folgenden wird untersucht, welche Inhaltsfelder in welcher Stufe bedient werden. In der Gesamtbetrachtung zeigt sich, dass die meisten Inhaltsfelder in der dritten Kompetenzstufe des *KSMs* etikettiert werden (vgl. Abbildung 7.23).

Die Häufigkeit der Inhaltsfelder entspricht grundsätzlich der Verteilung der Kompetenzstufen (vgl. Abbildung 7.15). In der Analyse der Stufen zeigt sich, dass in den Stufen eins bis drei alle Inhaltsfelder auftreten und nur in der höchsten Kompetenzstufe lediglich *Akteure*, *sozioökonomische*, *staatliche* sowie *andere Aspekte* genannt werden. In allen Kompetenzstufen werden vorrangig Kernbegriffe aus den Inhaltsfeldern *Akteure* und *Wasserkontext* sowie *andere Aspekte* verwendet (vgl. Abbildung 7.23). Die zweite und dritte Kompetenzstufe zeigen daneben einen Schwerpunkt im Inhaltsfeld *finanzielle Aspekte*. Kernbegriffe aus dem Inhaltsfeld *staatliche Aspekte* werden ebenfalls in der dritten Kompetenzstufe fokussiert (vgl. Abbildung 7.23). In der vierten Kompetenzstufe werden Kernbe-

Verteilung der Inhaltsfelder auf Kompetenzstufen

Akteure	Finanzielle Aspekte	sozioökonomische Aspekte	Wasserkontext	staatliche Aspekte	andere Aspekte
Bauern	ADI	arm	Wasserklärung	Gesetze	Dünger
Bewohner/ Menschen	Geld	Bildung	Wasserqualität	Korruption	Infrastruktur
Industrie	Investitionen	reich	Wasserreinigung		Zentrum
Guadalajara	Steuern		Wasserver- schmutzung		
Landwirtschaft					
Regierung			mehr als 40 Nennungen		
Stadt			mehr als 100 Nennungen		
Unternehmen			mehr als 150 Nennungen		

Abbildung 7.22: Inhaltsfelder der Kernbegriffe in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* in Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung

griffe aus den Inhaltsfeldern *Akteure*, *sozioökonomische Aspekte* und ein geringer Teil *anderer Aspekte* verwendet. Das Inhaltsfeld, aus denen die meisten Kernbegriffe stammen, ist in der vierten Stufe *staatliche Aspekte*. Da die Gesamtzahl der vierten Stufe unzureichend für eine Analyse in dieser Form ist, werden im folgenden die Schüler*innentexte mit der vierten Kompetenzstufe genauer untersucht.

Zusammenfassend werden mit zunehmender Kompetenzstufe Kernbegriffe der verschiedenen Inhaltsfelder gleichmäßiger verwendet. Das heißt, dass auf der dritten Kompetenzstufe die meisten Kernbegriffe aus allen Inhaltsfeldern verwendet werden.

Da die höchste Kompetenzstufe den höchsten Grad an Komplexität bedeutet, im Gegensatz dazu jedoch selten erreicht wird (N=2) zeigt der folgende Abschnitt Textpassagen der Kompetenzstufe vier. Die sprachliche Analyse der Textbeispiele zeigt, in welchem Verhältnis die Kernbegriffe zu ihrer Umgebung stehen und wie mit Hilfe der Kernbegriffe und ihrer Kollokation erfolgreich Aspekte eines *Komplexen Systems* dargestellt werden können. Diese Textpassagen können als Ankerbeispiel dienen. Es wird jeweils ein Beispiel aus den Kategorien *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* vorgestellt.

Das folgende Beispiel aus der Kategorie *Elemente* zeigt den Kernbegriff „*Bevölkerung*“ und darüber hinaus Begriffe der *Infrastruktur* (Leitungen):

Kompetenz-
stufe 4

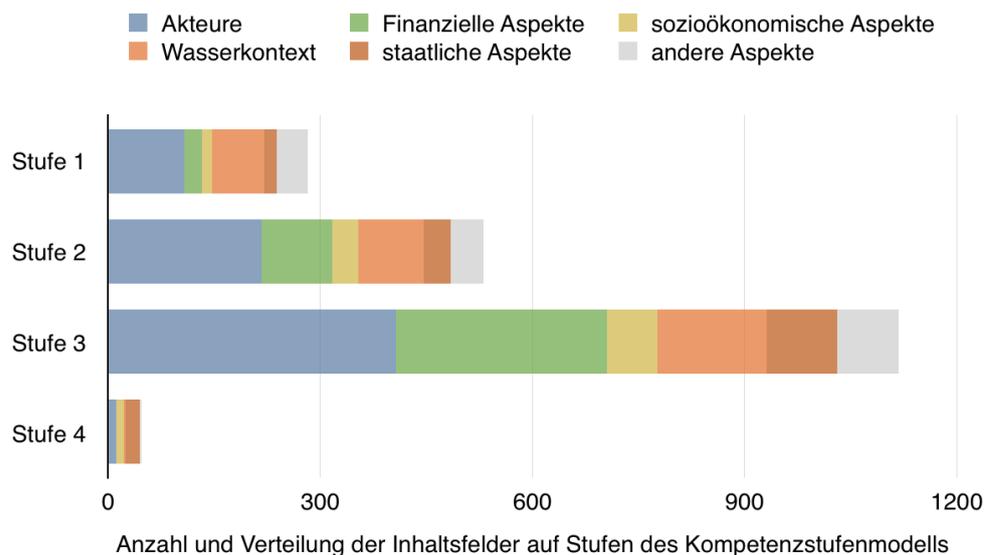


Abbildung 7.23: Verteilung der Inhaltsfelder auf die Kompetenzstufen des *KSMs* in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* in Schüler*innen-texten, Quelle: eigene Darstellung

27 Beispiel aus Schüler*innentexten mit der Kompetenzstufe 4 in der Kategorie Elemente

„Hauptprobleme für die prekäre Situation sind schlechte Leitungen, falsche Bewässerungs- und Anbaumethoden und die schnell steigende Bevölkerung. Die ungerechte Verteilung bestärkt das Problem.“

Strukturell besteht dieses Textbeispiel aus zwei Hauptsätzen inklusive einer Aufzählung der *Elemente*. Der Kernbegriff *Bevölkerung* ist die Klimax in der Aufzählung der Ursachen für die Trinkwasserproblematik in Guadalajara. Problematisiert wird der Begriff durch das Attribut „*schnell steigend*“. Inhaltlich wird darauf noch einmal im folgenden Satz Bezug genommen, der eine ungerechte Verteilung auf die *Bevölkerung* als verstärkenden Aspekt charakterisiert. Das Beispiel (27) zeigt, dass der Kernbegriff *Bevölkerung* als eine Ursache für die Trinkwasserproblematik in Guadalajara gekennzeichnet wird.

Das Beispiel zum *Vernetzungsgrad* beinhaltet unter anderem den Kernbegriff *Gesetz*:

28 Beispiel aus Schüler*innentexten mit der Kompetenzstufe 4 in der Kategorie Vernetzungsgrad

„Wenn es gesetzliche Änderungen gibt, würden sich die Leute in 2 Teile unterteilen. Dafür gibt es mehrere Gründe. Entweder Großunternehmen bestechen die korrupten Kontrolleure oder der Kleinbauer bzw. Kleinunternehmer kann sich nicht daran halten, weil die Kosten dann zu hoch wären, sodass er kein Profit mehr macht. Auch denkbar ist, dass niemand kontrolliert, ob die Gesetze befolgt werden. All dies führt zu keiner Veränderung.“

Diese Textpassage besteht aus verschiedenen Satzstrukturen, wie Konditional- und Hauptsätzen. Die Konditionalsätze sind mehrfach unterteilt und zeigen verschiedene Bedingungen auf, wohingegen die Hauptsätze der Konklusion der Inhalte dienen. Der Kernbegriff *Gesetz* wird zweifach verwendet. Einmal als Adjektiv und attributiv zu *Änderungen* im ersten Konditionalsatz, was die *Gesetze* als Einflussfaktor im *Komplexen System* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara etikettiert und das andere Mal als nominales Satzglied im letzten Konditionalsatz. *Gesetze* vernetzen in dieser Textpassage mehrere Akteure (*Großunternehmen, Kontrolleure, Kleinbauern bzw. Kleinunternehmer*) unter den Faktor *Korruption* miteinander und werden sprachlich in eine hierarchisierte Beziehung gesetzt. Die *Gesetze* werden als Vernetzungsaspekt im *Komplexen System* betrachtet, welche jedoch geringen Einfluss haben, da die alleinige Existenz unzureichend ist.

Das Beispiel für die *raumzeitliche Dynamik* enthält unter anderem den Kernbegriff *Kläranlagen*:

29 Beispiel aus Schüler*innentexten mit der Kompetenzstufe 4 in der Kategorie raumzeitliche Dynamik

„Leute, die die Gesetze befolgen, sind in der Unterzahl, weil sie langfristig gesehen mit den niedrigen Preisen von den illegal produzierten Produkten nicht mithalten können, da diese keine teuren Kläranlagen oder sonstige Maßnahmen bezahlen können.“

Die Satzkonstruktion besteht aus Relativ- und konditionalen Sätzen. Der Kernbegriff *Kläranlagen* wird als für die langfristige Verbesserung der Trinkwasserproblematik exemplarischer Aspekt genannt und somit als Aspekt einer *raumzeitlichen Dynamik* charakterisiert. Der Kernbegriff wird konditional („da“) mit dem restlichen Satz verbunden. *Kläranlagen* werden mit dem Attribut *teuer* spezifiziert und als Einflussfaktor für eine langfristige Lösung beschrieben, jedoch werden sie weiter als nicht umzusetzender Aspekt geführt („keine teuren Kläranlagen“).

Die Beispiele der vierten Kompetenzstufe zeigen insgesamt, dass ein Wechsel zwischen komplexen und weniger komplexen Satzkonstruktionen zur Darstellung der Trinkwasserproblematik verwendet wird. Die Kernbegriffe bilden häufig den Kern des Satzes und werden attributiv charakterisiert und konditional wieder aufgenommen. Zur Darstellung des *Vernetzungsgrades* sowie der *raumzeitlichen Dynamik* sind die Sätze komplexer als zur Darstellung von *Elementen*. Die Darstellung von Aspekten des *Vernetzungsgrades* und der *raumzeitlichen Dynamik* erfolgt durch die Verwendung verschiedener Relativ- und Konditionalsätze mit den entsprechenden grammatischen Konstruktionen auf der syntaktischen Ebene sowie die Verbindung der verschiedenen inhaltlichen Aspekte. Es wechseln sich komplexe und weniger komplexe Satzstrukturen ab und die verschiedenen Aspekte werden zueinander ins Verhältnis gesetzt sowie in einer *raumzeitlichen Dynamik* zum Beispiel in Form einer Nachhaltigkeitsüberprüfung dargestellt. Ob tatsächlich Korrelationen zwischen der Komplexität der syntaktischen Strukturen und der Darstellung von *Komplexen Systemen* herrscht, kann aufgrund der geringen Ausprägung der höheren Kompetenzstufen nicht überprüft werden. Es zeigt sich jedoch bereits in der Untersuchung der dritten und zweiten Kompetenzstufe, dass die Verwendung von Kernbegriffen und komplexen Satzstrukturen eine wesentliche Rolle spielt.

Resümierend zeigt die sprachliche Untersuchung, dass Kernbegriffe und Inhaltsfelder kompetenzstufenübergreifend nach dem *KSM* verwendet werden. Es konnten keine kompetenzstufentypische Kernbegriffe und Inhaltsfelder festgestellt werden. Jedoch zeigt sich, dass mit zunehmender Kompetenzstufe mehr Inhaltsfelder und dem entsprechend mehr Kernbegriffe verwendet werden. Außerdem zeigt sich, dass eine häufige Verwendung eines Kernbegriffs in einer Kategorie des *Komplexen Systems* auf eine häufige Verwendung des Kernbegriffs in einer anderen Kategorie hindeutet. Die Analyse der Textbeispiele der vierten und höchsten Kompetenzstufe des *KSM* verdeutlichen, dass Aspekte des *Vernetzungsgrades* und der *raumzeitlichen Dynamik* mit Hilfe von komplexen Satzkonstruktionen dargestellt werden können. Die Untersuchungsergebnisse der sprachlichen Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* unterstützen die These, dass es zur erfolgreichen Darstellung eines *Komplexen Systems* guter sprachlicher Kompetenzen bedarf. Zur genauen Klärung der These bedarf es noch weiterer Analyse gelungener Darstellungen, die in dem Ergebnispool der vorliegenden Forschungsarbeit leider nicht vorliegen.

7.5 Argumentative Darstellung des Komplexen Systems der Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Dieses Kapitel untersucht die Bedeutung der Argumentation in der Darstellung der Trinkwasserproblematik Guadalajaras als *Komplexes System* in Schüler*innentexten. Zunächst wird die allgemeine Bedeutung geklärt, das heißt die Texte werden nach argumentativen Strukturen untersucht, woraufhin mit Hilfe des Argumentationsstufenmodells (Budke et al., 2010) die Textpassagen der Schüler*innentexte bewertet werden. In der Untersuchung werden die verschiedenen Erhebungsformen (vgl. Abbildung 6.8) berücksichtigt. Anschließend werden Korrelationen zwischen den Kompetenzstufen des *Argumentationsstufenmodells* und des *KSMs* untersucht. Das Kapitel schließt mit einer detaillierten sprachlichen Betrachtung der Argumentationen, das heißt einer Analyse sprachlicher Mittel in der Argumentation in den Schüler*innentexten.

Zunächst wurden alle sich durch die Kodierung ergebenden Textpassagen der Schüler*innentexte nach argumentativen Elementen untersucht, das heißt es wird entsprechend des Argumentationsstufenmodells nach Budke et al. (2010) (vgl. Abbildung 4.5) geprüft, ob mindestens die erste Kompetenzstufe erreicht wird, das heißt eine Meinungsäußerung vertreten wird. Wenn dies der Fall ist, wird die Textpassage als *Textpassage mit argumentativen Elementen* gewertet. Die Gesamtbetrachtung zeigt, dass von insgesamt N=2.000 Textpassagen 1.455 Textpassagen (78,8%) argumentative Elemente (vgl. Abbildung 7.24) enthalten. Das heißt, dass diese Textpassagen mindestens eine Meinungsäußerung enthalten und die erste Kompetenzstufe des Kompetenzstufenmodells nach Budke et al. (2010) erreicht wird. Somit kann allgemein von einem Zusammenhang zwischen Argumentationen und der Darstellung des *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara in den Schüler*innentexten ausgegangen werden.

Eine genauere Untersuchung der Argumentation mit Hilfe des *Argumentationsstufenmodells* (Budke et al., 2010; vgl. Abbildung 4.5) verdeutlicht jedoch die vorwiegend geringe Qualität der Argumentation (vgl. Abbildung 7.25). Es zeigt sich, dass nur selten über eine „*Meinungsäußerung mit überwiegend ungeeigneter Begründung*“ (Budke, 2010) hinaus argumentiert wird. Die häufigst erreichte Kompetenzstufe ist mit N=29 die zweite Kompetenzstufe gefolgt von der ersten Kompetenzstufe (N=27). Die dritte Kompetenzstufe, das heißt eine durch geeignete, relevante und gültige Belege gestützte Meinungsäußerung (vgl. ebd.), wird nur dreimal erreicht. Die höchste Kompetenzstufe mit einer komplexen Argumentation, der durch geeignete, relevante und gültige Belege gestützten Meinungsäußerung (vgl. ebd.) wird in den vorliegenden Schü-

Argumentation
in den Texten:
allgemein

Verteilung
auf Kompetenzstufen



Abbildung 7.24: Verteilung der Argumentation in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* in Schüler*innentexten, Textpassage mit argumentativen Elementen bedeutet, dass mindestens eine Meinungsäußerung vorhanden ist, Quelle: eigene Darstellung

ler*innenexten nicht erreicht.

Die Berücksichtigung der Erhebungsform (Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit) in den Textpassagen zeigt auf den beiden stärksten Stufen eine Verteilung aller Erhebungsformen (vgl. Abbildung 7.25). Die dritte Kompetenzstufe wurde nur in Texten erreicht, die in schriftlicher Einzelarbeit entstanden sind (vgl. Abbildung 7.25). Die erste Kompetenzstufe wird durch Texte der Gruppenarbeit (N=18) und einer mündlichen Textform dominiert. Die zweite Argumentationsstufe verteilt sich zur einen Hälfte auf Texte aus der Einzelarbeit (N=14) und zur anderen Hälfte auf Texte aus Partnerarbeit (N=10) und Texte aus Gruppenarbeit (N=5). Die Betrachtung der Mündlichkeit beziehungsweise Schriftlichkeit zeigt eine geringe Dominanz der Mündlichkeit (N=17) in der ersten Stufe und eine geringe Dominanz der Schriftlichkeit (N=17) in der zweiten Stufe.

Insgesamt illustriert sich bei der Betrachtung der Argumentation in der Darstellung der Trinkwasserproblematik als *Komplexes System* in den Schüler*innentexten, eine häufige Meinungsäußerung, jedoch in geringer Qualität der Argumentation und einer unauffälligen Verteilung der Erhebungsform.

Im Folgenden wird überprüft, ob eine direkte Abhängigkeit der Argumentationsqualität zur Qualität der Darstellung *Komplexer Systeme* existiert. Es werden Korrelation zwischen den erreichten Kompetenzstufen des Argumentationsstufenmodells nach Budke et al. (2010) und dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) geprüft. Die Untersuchung zeigt mit $R^2=0,1$ keine Korrelation zwischen den Kompetenzstufen des *Argumentationstufenmodells* (Budke et al., 2010) und dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10). So kann zunächst nicht davon ausgegangen werden, dass die Qualität von Argumentationen die Qualität der Darstellung *Komplexer Systeme* beeinflusst.

Korrelation

Auch eine detaillierte Untersuchung der Kompetenzstufen in den ein-

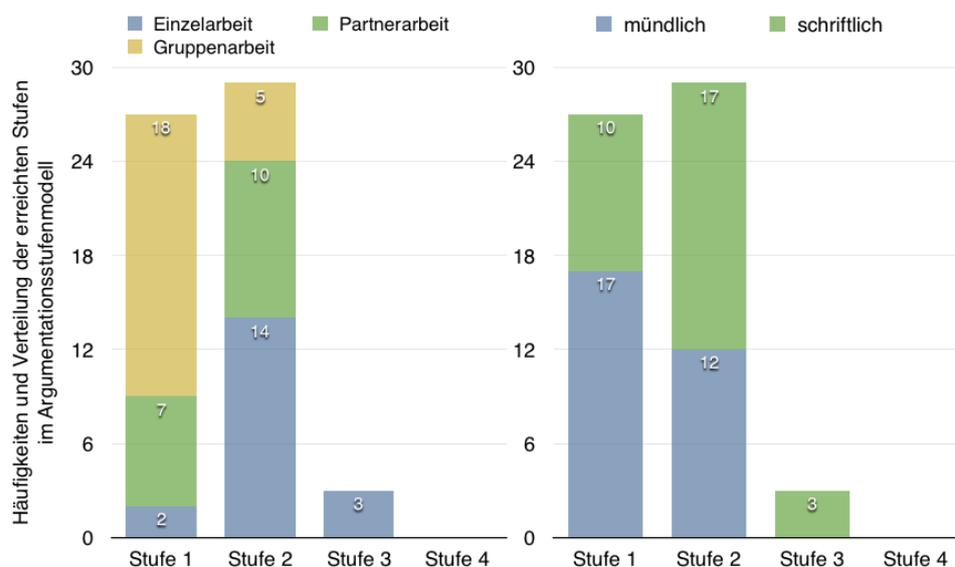


Abbildung 7.25: Verteilung der Erarbeitungsformen auf das Argumentationsstufenmodell nach Budke et al. (2010) in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* in Schüler*innentexten, Stufe 1: Meinungsäußerung ohne Begründung; Stufe 2: Meinungsäußerung mit ungeeigneten, nicht relevanten oder ungültiger Belegen, ohne Adressatenberücksichtigung; Stufe 3: Meinungsäußerung mit überwiegend geeigneten, relevanten und gültigen Belegen, Adressatenberücksichtigung, jedoch sehr einfach; Stufe 4: Meinungsäußerung mit überwiegend geeigneten, relevanten und gültigen Belegen, Adressatenberücksichtigung, komplex, Quelle: eigene Darstellung

zelen Kategorien eines *Komplexen Systems* (*Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik*) zeigt keine Korrelation mit den Kompetenzstufen des Argumentationsstufenmodells (Budke et al., 2010) ($R^2 \leq 0,1$). Da jedoch Argumentation aufgrund der hohen Anzahl dieser in der Darstellung des *Komplexen Systems* in den Schüler*innentexten eine wesentliche Bedeutung hat, wird im Folgenden der Zusammenhang über die sprachliche Dimension untersucht. Weiter wurde angenommen, dass Argumentationen besonders wichtig in der Darstellung von Aspekten der Kategorie *Vernetzungsgrad* sind. Aus diesem Grund wird am folgenden Beispiel gezeigt, wie eine erfolgreiche Argumentation den *Vernetzungsgrad* des *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara verdeutlichen kann:

30 Beispiel aus Schüler*innentexten mit der Kompetenzstufe 4 in der Kategorie Vernetzungsgrad und dem Argumentationsstufenmodell

„Andererseits bietet die Privatisierung eine neue Chance zur Verbesserung der Trinkwasserversorgungslage, da sich das Unternehmen nur mit Lösungsansätzen und neuen Investitionen beschäftigt, die der Bevölkerung zu Gute kommen sollen und nicht mit anderen Problemen wie der Staat. Durch diese Spezialisierung kann intensiver auf das Wasserproblem eingegangen werden und aufgrund der Privatisierung mehr Geld investiert werden.“

Dieses Textbeispiel zeigt die Argumentationsstruktur nach Toulmin (1990) (vgl. Abbildung 4.1). Die *Behauptung* lautet, dass „die Privatisierung eine neue Chance zur Verbesserung der Trinkwasserversorgungslage bietet“. Mit der Konjunktion *da* als *Geltungsregel* wird der *Fakt*, dass „[...] sich das Unternehmen nur mit Lösungsansätzen und neuen Investitionen beschäftigt“, mit der *Behauptung* verbunden. Als *Beleg* dient die Annahme: „Durch diese Spezialisierung kann intensiver auf das Wasserproblem eingegangen werden und aufgrund der Privatisierung mehr Geld investiert werden.“ Eine *potenzielle Einschränkung* wird zu Beginn durch das Adverb *andererseits* angedeutet, dass zeigt, dass es sich in diesem Beispiel um die Einschränkung handelt, die wiederum ein Argument ist. Das Beispiel verbindet mit Hilfe der Argumentationsstruktur, im Konkreten mit der *Geltungsregel*, dem *Operator* und dem *Beleg*, die *Elemente* „Privatisierung“ und „Bevölkerung“ durch die Verbesserung der Trinkwasserversorgungslage durch Spezialisierung (vgl. Abbildung 7.26).

Beispiel einer gelungenen Verbindung

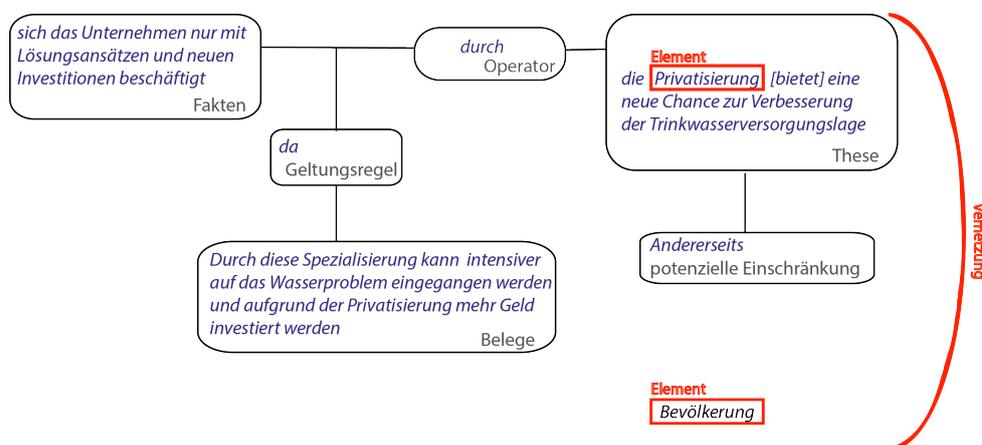


Abbildung 7.26: Illustration des Vernetzungsgrades mit Hilfe der Argumentationsstruktur nach Toulmin (1996), Quelle: eigene Darstellung

Eine weitere Untersuchung erfolgt anhand der mindestens 100 mal genannten Kernbegriffe. Grundsätzlich werden ähnliche Kernbegriffe (vgl.

Kernbegriffe in der Argumentation

Kapitel 7.4) in den Textpassagen mit argumentativen Elementen genannt, wie in der Gesamtbetrachtung der Texte. Die Analyse der Kernbegriffe zeigt eine leicht andere Verteilung in den Textpassagen mit argumentativen Elementen als in der Gesamtbetrachtung. Der häufigste Begriff ist in den argumentativen Textpassagen *Landwirtschaft* (N=35), wobei dieser Begriff darüber hinaus besonders häufig in der dritten Argumentationsstufe auftritt. Das heißt, dass häufig und erfolgreich in den Schüler*innentexten mit dem Kernbegriff *Landwirtschaft* argumentiert wird.

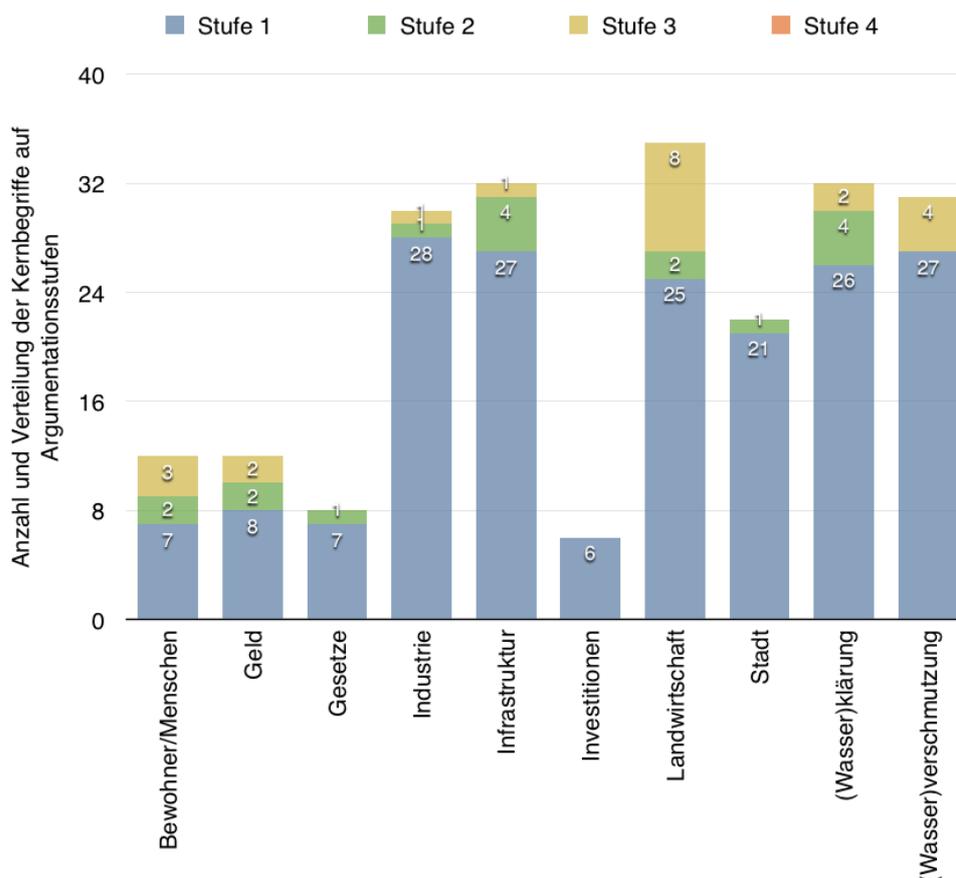


Abbildung 7.27: Die häufigsten Kernbegriffe in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* in Schüler*innentexten verteilt auf die Kompetenzstufen des Argumentationsstufenmodells nach Budke et al. (2010), Quelle: eigene Darstellung

Im Gegensatz dazu wird der häufigste Kernbegriff aus der Gesamtbetrachtung *Geld* nur relativ selten genannt (N=12). Die Kernbegriffe *Wasserklärung* (N=32), *Infrastruktur* (N=32) und *Industrie* (N=30) werden sowohl in der Gesamtbetrachtung wie auch in der argumentationsfokussierten Betrachtung häufig verwendet. Überdies wird der Kernbegriff *Wasserverschmutzung* unter dem Argumentationsfokus ebenfalls

recht häufig (N=31) verwendet. Die Kernbegriffe *Bewohner/Menschen* (N=12), *Gesetze* (N=12) und *Investitionen* (N=6) werden insgesamt ebenfalls wenig verwendet, wohingegen *Stadt* (N=22) mehr Bedeutung erfährt. Die Untersuchung, in welcher Stufe welche Kernbegriffe verwendet werden, zeigt insgesamt eine Verteilung der meisten Kernbegriffe auf alle Stufen, ausgenommen der vierten Kompetenzstufe. Die meisten Kernbegriffe werden in der ersten Kompetenzstufe verwendet, obwohl diese nicht die stärkste ist. In der zweiten Kompetenzstufe werden ausgenommen von *Investitionen* und *Wasserverschmutzung* ebenfalls alle Kernbegriffe verwendet. Interessant ist, dass in der am häufigsten erreichten Kompetenzstufe drei ebenfalls nicht alle Kernbegriffe auftauchen. Es fehlen die Kernbegriffe *Gesetze*, *Investitionen* und *Stadt*. Eine Betrachtung der Häufigkeiten der Kernbegriffe verstärkt die Dominanz der ersten Kompetenzstufe. Alle Kernbegriffe werden in der ersten Kompetenzstufe am häufigsten verwendet. Da diese Kompetenzstufe von der niedrigsten Qualität der Argumentation ausgeht, ist das Ergebnis sehr überraschend. Die dritte Stufe zeigt eine häufigere Verwendung der Kernbegriffe als die zweite Stufe, was entsprechend der Kompetenzstufung erwartungsgemäß ist. Eine Besonderheit bildet der Kernbegriff *Landwirtschaft*, da dieser besonders häufig in der dritten Kompetenzstufe genannt wird.

Zusammenfassend nimmt die Argumentation in Form einer reinen Meinungsäußerung aufgrund ihrer hohen Präsenz in den Schüler*innentexten wie erwartet eine zentrale Bedeutung ein. Die Fragen, welche Aspekte eines *Komplexen Systems* durch Argumentation erschlossen werden sowie, wann genau argumentiert wird, können aufgrund der geringen Qualität in der Darstellung *Komplexer Systeme* und der geringen Argumentationsqualität in den Schüler*innentexten nur wenig geklärt werden. Trotz fehlender Korrelation zwischen den Kompetenzstufen des *Argumentationsmodells* und den Kompetenzstufen des *KSMs* deutet die sprachliche Analyse einen Zusammenhang über ein Ankerbeispiel und die Analyse der Kernbegriffe an.

7.6 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Darstellung des *Komplexen Systems* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst und für die nachfolgende Diskussion aufbereitet.

Es zeigt sich in den Schüler*innentexten in der Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara, dass alle Kategorien eines *Komplexen Systems* genannt und dargestellt werden. Die Kategorie *Elemente* wird am stärksten, die Kategorie *Vernetzungsgrad* am zweitstärksten und am

seltensten die Kategorie *raumzeitliche Dynamik* bedient. Weiter konnte eine geringe Korrelation zwischen den Kategorien nachgewiesen werden. Die Berücksichtigung der Textformen zeigt insgesamt keine besonders geeignet oder ungeeignete zur Darstellung der verschiedenen Kategorien eines *Komplexen Systems*, jedoch zeigen tendenziell kooperativ entstandene Textformen leicht bessere Ergebnisse in den Kategorien *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik*.

Die inhaltliche Untersuchung ergab, dass *Elemente* mit Hilfe von Aspekten des *Vernetzungsgrades* in den Schüler*innentexten hierarchisierend verbunden werden, jedoch selten in einer *raumzeitlichen Dynamik* dargestellt werden. Die Bewertung nach positiv, negativ und neutral zeigt bei den *Akteuren* eine geringe Dominanz der neutralen Bewertung, bei den *Faktoren* eine deutliche Dominanz der neutralen Bewertung und bei den *Strukturen* eine überwiegend positive Bewertung.

Die detaillierte Analyse der *Akteure* zeigt zehn Akteursgruppen, die meist als neutral und dominant bewertet werden. Die anteilig am positivsten bewertete Akteursgruppe ist die *wohlhabende Bevölkerung*. Das bedeutet, wenn in den Schüler*innentexten der *Akteur*, *wohlhabende Bevölkerung* genannt wird, ist er deutlich positiver bewertet als jeder andere Akteure. Die anteilig am dominantesten bewertete Akteursgruppe bilden die *ausländischen Unternehmen/Investoren*; die am stärksten dominierte Akteursgruppe bildet die *arme Bevölkerung*. Respektive wird der Akteursgruppe der *ausländischen Unternehmen/Investoren* der größte Handlungsspielraum attestiert und der Akteursgruppe der *armen Bevölkerung* der geringste. Die Untersuchung der *Faktoren* weist 13 Faktorengruppen auf, die meist neutral bewertet werden. Die stärkste Faktorengruppe bildet die *Wasserinfrastruktur*. Die anteilig am positivsten bewertete Faktorengruppe ist die *Aufbereitung/Reinigung*, dahingegen werden *Aspekte der Bevölkerung (Arbeit, Armut, Aufklärung, Bildung)* anteilig am negativsten bewertet. Die *Strukturen* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara werden insgesamt deutlich mehr und auch positiver bewertet, das heißt die Schüler*innen sehen in den *Strukturen* eine hohe Steuerungsmöglichkeit.

Die Untersuchung des *Vernetzungsgrades* und der *raumzeitlichen Dynamik* dokumentiert eine geringe Präsenz in den Schüler*innentexten. Der *Vernetzungsgrad* wird hauptsächlich über *lineare* und *kausale* Systembeziehungen sowie über die Darstellung der *Ganzheitlichkeit* realisiert. Die geringe Illustration der *raumzeitlichen Dynamik* trotz ihrer großen Bedeutung für ein *Komplexes System* weist auf ein Gegensatz hin, was in der Diskussion noch einmal thematisiert wird.

Die Überprüfung des *KSMs* als Instrument zur Beschreibung und Messung *Komplexer Systeme* in Schüler*innentexten unterstützt das *KSM* grundsätzlich. Es werden alle vier Stufen entsprechend den Erwartun-

Inhaltliche
Betrachtung

Einordnung
in das *KSM*

gen aus der inhaltlichen Betrachtung erreicht, wobei die Unterteilung der Kategorien in *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* eine Dominanz der *Elemente* vor den beiden anderen Kategorien auch in der Verteilung der Kompetenzstufen zeigt. Insgesamt schneiden die Schüler*innen auf dem *KSM* eher schlecht ab, die vierte und höchste Kompetenzstufe wird nur zweimal erreicht. Die Darstellung von *Elementen* gelingt vielen Schüler*innen, jedoch die Darstellung von Aspekten des *Vernetzungsgrades* und der *raumzeitlichen Dynamik* erweisen sich als problematisch.

Die sprachliche Untersuchung kristallisiert 23 häufig genannte Kernbegriffe mit fünf zugehörigen Inhaltsfeldern heraus. Diese Inhaltsfelder lauten: *Akteure*, *Finanzielle Aspekte*, *sozioökonomische Aspekte*, *Aspekte des Wasserkontextes* sowie „*staatliche Aspekte*„. Weiterhin gibt es Kernbegriffe, die nicht zu einem Inhaltsfeld gehören wie „*Infrastruktur*“ und „*Dünger*“. Eine Besonderheit bildet der Kernbegriff „*Zentrum*“, der insgesamt wenig, aber häufig in der Kategorie *Vernetzungsgrad* genannt wird. Die verwendeten Kernbegriffe werden kategorienübergreifend verwendet, das bedeutet, wenn ein Kernbegriff besonders häufig in einer Kategorie des *KSMs* (vgl. Abbildung 3.10) verwendet wird, kann davon ausgegangen werden, dass er auch in einer anderen Kategorie tendenziell häufig verwendet wird. Überdies bestätigt die sprachliche Untersuchung das *KSM* als Instrument zur Beschreibung und Messung *Komplexer Systeme* in Schüler*innentexten. Es konnten keine kompetenzstufentypischen Begriffe identifiziert werden, jedoch zeigt sich, dass mit zunehmender Kompetenzstufe sich die Kernbegriffe gleichmäßiger auf die Inhaltsfelder verteilen. Das bedeutet, dass in der dritten Kompetenzstufe die meisten Kernbegriffe aus den meisten Inhaltsfeldern genannt wurden.

Sprachliche
Betrachtung

Die Analyse der Textbeispiele der vierten und höchsten Kompetenzstufe des *KSMs* verdeutlichen, dass Aspekte des *Vernetzungsgrades* und der *raumzeitlichen Dynamik* mit Hilfe von komplexen Satzkonstruktionen dargestellt werden können. Die Untersuchungsergebnisse der sprachlichen Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* unterstützen die These, dass es zur erfolgreichen Darstellung eines *Komplexen Systems* guter sprachlicher Kompetenzen bedarf, jedoch handelt es sich hier aufgrund der geringen Ausprägung um Tendenzen.

Ebenso zeigt die Analyse der argumentativen Betrachtung des *Komplexen Systems*, dass in den Schüler*innentexten in Form von Meinungsäußerungen die Darstellung meist über Argumentationen erfolgt. Die Argumentation ist jedoch in der Regel von sehr geringer Qualität. Die konkrete Untersuchung der höchsten Kompetenzstufe des *Argumentationsstufenmodells* (vgl. Abbildung 4.5) in der Kategorie *Vernetzungsgrad* konnte eine sehr gelungene Verknüpfung von Argumentationen und *Komplexen Systemen* nachweisen. Eine Überprüfung der sprachlichen Aspekte nach Kernbegriffen in der Argumentation zeigte ähnliche Ergebnisse wie

Argumentative
Betrachtung

die Untersuchung der inhaltlichen Betrachtung. Insgesamt bleiben der konkrete Zusammenhang zwischen Argumentation und der Darstellung *Komplexer Systeme* aufgrund der geringen Qualität der Argumentation und der Darstellung *Komplexer Systeme* ungeklärt beziehungsweise zeigen Tendenzen.

8 Zentrale Ergebnisse & Diskussion

Hätten wir das Wort, hätten wir die Sprache, wir bräuchten die Waffen nicht.

Ingeborg Bachmann

Der Grundgedanke dieser Arbeit ist es, einen wissenschaftlichen Ansatz von Mensch-Umwelt-Beziehungen zur didaktischen Aufbereitung zu finden, die ein wesentliches Thema des Geographieunterrichts bilden (DGfG, 2014). Im Zuge der Recherche der aktuellen Forschungslage ergab sich aufgrund der hohen *Komplexität* solcher Mensch-Umwelt-Beziehungen (Mattissek & Sakdapolrak, 2016) der zunächst wissenschaftlich übergreifende Ansatz der *Komplexen Systeme*. Dieser zeigte sich aufgrund seiner Anwendbarkeit und seiner Relevanz als besonders geeignet.

Leitgedanke
und
Forschungsziel

Ein Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, die allgemeinen Forschungsansätze der Komplexitätsforschung aus einer geographischen Perspektive zusammenzuführen und in ein für die Geographie und die Geographiedidaktik anwendbares Modell zu überführen. Zusätzlich wurde die Darstellung *Komplexer Systeme* in Schüler*innentexten untersucht. Diese Analyse gliederte sich durch drei zentrale Forschungsfragen in inhaltliche, sprachliche und argumentative Dimensionen, welche der Zusammenfassung der Ergebnisse in diesem Kapitel zugrunde liegen. Die inhaltliche Untersuchung beinhaltete die Überprüfung des Modells *Komplexe Systeme* (MKS) (vgl. Abbildung 3.7) und des Kompetenzstufenmodells zur *Darstellung Komplexer Systeme* (KSM) (vgl. Abbildung 3.10) als Instrument zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen*. Die sprachliche und argumentative Untersuchung zeigt zum einen die Rolle von Sprache und der Sprachhandlung Argumentation auf die Darstellung des *Komplexen Systems*. Zum anderen deutet die Untersuchung auf die Relationen zwischen Inhalt, Sprache und Sprachhandlung hin. Das Kapitel schließt mit Implikationen für den Geographieunterricht.

8.1 Komplexe Systeme in der Geographie

Nach der etymologischen Klärung, dem Zusammentragen verschiedener Forschungsansätze aus der Informations- und Chaostheorie, der Thermodynamik als naturwissenschaftliche Ansätze und der Untersuchung der soziologischen Systemtheorie nach Luhmann (1997a/b, 2001, 2009) wurden Themenfelder der Geographie (vgl. O'Sullivan, 2002; Egner, 2008) präsentiert, in denen mit Hilfe eines systemtheoretischen Ansatzes Räume untersucht wurden.

Es konnte ein Überblick über den bisherigen Einfluss einer Komplexitätsforschung in der geographischen und mit der Präsentation der Systemkompetenz der geographiedidaktischen Forschung dargestellt werden. Unter Berücksichtigung weiterer Ansätze (Gell-Mann, 1995; Mitchell, 2009; Freund & Schweitzer, 2013) aus verschiedenen Wissenschaftsfeldern zeigte sich, dass Aspekte wie eine Ausdifferenzierung von *Systembeziehungen* und die Berücksichtigung der *raumzeitlichen Dynamik* in der Geographie und in der Geographiedidaktik bisher kaum berücksichtigt wurden. Dies zum Anlass nehmend, wurde das *KSM* (vgl. Abbildung 3.7) entwickelt, welches versucht die Aspekte eines *Komplexen Systems* schematisch darzustellen und mit Hilfe der Operationalisierung (vgl. Abbildung 3.8) für die Geographiedidaktik nutzbar zu machen. Das *KSM* (vgl. Abbildung 3.7) umfasst drei Kategorien, die miteinander wechselwirken.

Die erste Kategorie bildet mit den *Elementen*, das heißt den *Akteuren*, *Faktoren* und *Strukturen*, die Basis eines *Komplexen Systems*. Die *Elemente* stehen in hierarchisierten Beziehungen zueinander, welche in der Kategorie *Vernetzungsgrad* spezifiziert werden. Überdies entwickelt sich das System in zeitlicher und räumlicher Dimension, was in der Kategorie *raumzeitliche Dynamik* erfasst wird.

Die Besonderheit des *MKSs* aus einer geographischen Perspektive ist neben der Anlehnung an Akteurs-Netzwerk-Theorien die Berücksichtigung des *Komplexen Systems* im Raum. Die Untersuchung des *Komplexen Systems* im Raum bietet eine urgeographische Perspektive auf Mensch-Umwelt-Systeme, wobei das vorgestellte *MKS* einen Beitrag dazu leisten soll. Zur Überführung in eine Analyse soll die Operationalisierung (vgl. Abbildung 3.8) dienen. In der Forschungsarbeit zeigte sich vordergründig, dass mit Hilfe des *MKS* wesentliche Inhalte und deren Realisierung in Mensch-Umwelt-Systemen beispielhaft an der Trinkwasserproblematik in Guadalajara erkannt werden. So konnte mit Hilfe der Kategorisierung in *Elemente*, *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* die Trinkwasserproblematik in Guadalajara detailliert beschrieben werden (vgl. Kapitel 5.3), um die Grundlage für Handlungsoptionen zu visualisieren. Die Kategorie *Elemente* ist in *Akteure*, *Faktoren* und *Strukturen* unterteilt und stellt die Handlungsoptionen und Souveränität der einzelnen *Elemente*

MKS

KSM aus
geographischer
Perspektive

dar. Aus diesem Grund ist diese Kategorie nach der Untersuchung zu bestätigen. Die Verwendung der Kategorie *Vernetzungsgrad* bildet die Verflechtung der *Elemente* im *Komplexen System* ab. Die Untersuchung zeigt eine erwartungsgemäß hohe Bedeutung der *Systembeziehungen*, der *Ganzheitlichkeit* und der *Hierarchisierung*. Trotzdem kann die zusätzliche Fokussierung auf *Systemorganisationsprozesse* die prognoseorientierte Beschreibung unterstützen.

Daneben zeigte sich in der Untersuchung der gelungenen Textpassagen der Schüler*innentexte die große Bedeutung der Kategorie *raumzeitliche Dynamik*, aber auch die Schwierigkeit, Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik* zu erkennen. Die Kategorie *raumzeitliche Dynamik* unterteilt sich nach dem MKS (vgl. Abbildung 3.7) in 1. *Organisationsprozesse in zeitlicher Entwicklung*, 2. *Organisationsprozesse in räumlicher Entwicklung*, 3. *potenzieller Schmetterlingseffekte*, 4. *Irreversibilität* und 5. in *Folgen aus dem Zusammenwirken von Systemelementen*. Die Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara in den Schüler*innentexten verdeutlichte Schwierigkeiten bei der Beschreibung von Aspekten der *raumzeitlichen Dynamik* über *Organisationsprozesse in zeitlicher Entwicklung* hinaus. Das bedeutet, den Schüler*innen gelang es kaum Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik* zu beschreiben, wenn es nicht zeitliche Entwicklungen waren. Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik* sind demnach schwer zu beschreiben, obwohl sie wichtig für die Vorhersage zukünftiger Entwicklung in Zeit und Raum sind. Der Untersuchungsfokus liegt auf der erfolgreichen Darstellung eines *Komplexen Systems* auf verschiedenen Ebenen. Diese sollen den Ausgangspunkt einer Implementierung des Konzeptes von *Komplexe Systemen* im Geographieunterricht bilden und dienen der Klärung der zentralen Forschungsfrage, wie *Komplexe Systeme* aus einer geographischen Perspektive im Geographieunterricht dargestellt werden können. Deshalb wurden gelungene Textpassagen in den Schüler*innentexten untersucht und inhaltlich fehlerhafte Textpassagen außer Betracht gelassen.

Zusammenfassend erweist sich das MKS grundsätzlich als ein theoretisch fundiertes Instrument, was zur Beschreibung und Darstellung des komplexen Mensch-Umwelt-Systems der Trinkwasserproblematik in Guadalajara geeignet ist. Im Sinne einer fundierten Prognose sollte die Kategorie *raumzeitliche Dynamik* mehr Beachtung erfahren, was jedoch aufgrund der geringen Ausprägung in den Schüler*innentexten nur angedeutet werden konnte. Ein möglicher Grund für die geringe Ausprägung in dieser Kategorie könnte der unterschiedliche historische und kulturelle Hintergrund des Beispielraums Guadalajara und der Schüler*innen sein. So ist ihnen die Geschichte und auch die aktuelle politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologische Lage Guadalajaras zu wenig bekannt, um sie raumzeitlich zu beurteilen. Dieser Ansatz kann in einer nächsten Forschungsarbeit weiter verfolgt werden.

8.2 Inhaltliche Darstellung *Komplexer Systeme*

Der folgende Abschnitt wird die Ergebnisse der Darstellung von *Komplexen Systemen* in den Schüler*innentexten zusammenfassen. Zusätzlich wird das entwickelte *KSM* als Instrument zur Beschreibung und Messung der Darstellungen von *Komplexen Systemen* kritisch diskutiert.

Die Untersuchungen der Schüler*innentexte beinhalten verschiedene Textsorten, die teilweise mündlich und teilweise schriftlich und in verschiedenen Gruppenstärken erarbeitet wurden. Es werden im Ganzen deutlich mehr *Elemente* (N=76,5%) genannt als Aspekte des *Vernetzungsgrades* (N=20,9%) oder als Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik* (N=2,6%). Da die Textsorte nur eine nachgeordnete Rolle spielte, lag in der Untersuchung kein Schwerpunkt auf dieser Fragestellung, trotzdem zeigten sich keine textformenspezifischen Besonderheiten. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass der Entstehungszeitpunkt der verschiedenen Textsorten unproblematisch ist und eine Beobachtung, wie sie hier vorliegt, ist bestätigt. Zusätzlich konnte erwartungsgemäß eine Korrelation zwischen den *Elementen* und dem *Vernetzungsgrad* sowie zwischen den *Elementen* und der *raumzeitlichen Dynamik* festgestellt werden, die jedoch gering ausfällt. Der geringe Grad der Korrelation ist vermutlich auf die seltene Darstellung von Aspekten des *Vernetzungsgrades* und sehr seltene Darstellung von Aspekten der *raumzeitlichen Dynamik* zurückzuführen. Für eine weitere Überprüfung der Korrelation bezüglich der verschiedenen Auswertungskategorien sind häufigere Darstellungen der Kategorien notwendig. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass zunächst eine Förderung der Darstellung dieser Kategorien notwendig wäre, um entsprechend häufige Darstellungen zu erreichen, um anschließend erneut eine Korrelation zu prüfen.

Eine detaillierte Untersuchung der *Elemente* zeigt die häufigste Nennung von *Faktoren*, die zweithäufigste Nennung von *Akteuren* und dritthäufigste Nennung von *Strukturen*.

Die meist genannten *Faktoren* stehen im direkten Zusammenhang mit der *Wasserversorgung*, das heißt *Wasserqualität*, *Wasserverschmutzung* oder *Wasserverschwendung*, zum Beispiel: „*Wassermangel wird reduziert*“. Damit zeigt sich zum einen eine direkte Darstellung verschiedener *Faktoren* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara sowie eine Konzentration auf primäre *Faktoren*. Zum anderen wird die fehlende Berücksichtigung indirekter *Faktoren* deutlich, die jedoch ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf die Trinkwasserproblematik in Guadalajara haben, wie beispielsweise das Bevölkerungswachstum. Diese Konzentration auf direkte *Faktoren* und die geringe Berücksichtigung von indirekten *Faktoren* ist problematisch, da diese ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf das Sys-

Ergebnisse:
Elemente

tem selbst haben können.

Die Untersuchung der Akteure zeigt eine häufige Nennung der *Bewohner* Guadalajaras, der *staatlichen Regierung* sowie *ausländischer Unternehmen*. Die Untersuchung der Dominanz und Dominiertheit von *Akteuren* der Trinkwasserproblematik in Guadalajara verdeutlicht, dass fast die Hälfte der genannten *Akteure* von den Schüler*innen als dominant im Bezug auf andere *Elemente* bewertet wird. Jedoch werden die meist genannte *Akteure*, die Bewohner Guadalajaras, überwiegend als dominiert beschrieben. Die verhältnismäßig dominanteste Akteursgruppe in den Schüler*innentexten sind staatliche und nichtstaatliche Organisationen. Die Differenz zwischen der Häufigkeit der Nennung und der Zuteilung von Dominanz spricht für eine problematische Konfiguration. Das bedeutet, dass in den Schüler*innentexten vornehmlich *Akteure* dargestellt werden, die meist dominiert werden und selbst wenig Handlungsmöglichkeiten besitzen. Das hat zur Folge, dass das in den Schüler*innentexten beschriebene System im Gegensatz zur tatsächlichen Trinkwasserproblematik in Guadalajara wenig Möglichkeiten für die stärkste *Akteursgruppe* enthält und das System insgesamt stagniert. So werden Bewohnerorganisationen und -gemeinschaften, wie sie in Guadalajara existieren, von den Schüler*innen nicht berücksichtigt.

Die meist genannten *Strukturen* beziehen sich auf verschiedene Organisationssysteme und der *Bevölkerung* Guadalajaras. Daneben werden *Strukturen*, die aus landwirtschaftlichen Maßnahmen erwachsen, ebenfalls häufig genannt. Die Untersuchung der Nennungshäufigkeit der *Elemente* zeigt eine deutliche Dominanz der Bevölkerung sowie *staatlicher und nichtstaatlicher Organisationen*. Zudem bestehen Unterschiede in der Bewertung der Schüler*innen von *Akteuren*, *Faktoren* und *Strukturen* auf eine Verbesserung respektive Verschlechterung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara. In den Schüler*innentexten wird *Strukturen* insgesamt der stärkste Einfluss auf die Trinkwasserproblematik zugesprochen, ebenso der positivste, wie zum Beispiel: „Durch die staatlich geführten Wasserwerke wird zudem die Landwirtschaft vermindert bzw. modernisiert, damit sie nachhaltiger arbeitet“. Damit wird *Strukturen* in den Schüler*innentexten ein großer Spielraum zur Verbesserung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara eingeräumt. Jedoch ist dieses Ergebnis problematisch, da *Strukturen* in den Schüler*innentexten am seltensten dargestellt werden. Das lässt vermuten, dass diese wenig verstanden werden. Mit der Berücksichtigung der schlechten Bewertung der *Akteure*, die häufig als Ausgangspunkt der *Strukturen* beschrieben werden sowie der vornehmlichen Darstellung von direkten *Faktoren* und der Vernachlässigung von indirekten *Faktoren* ist die positive Bewertung der genannten *Strukturen* ebenfalls kritisch zu betrachten. Dieses Ergebnis weist auf eine wenig komplexe Darstellung der *Elemente* hin, was im Folgenden auf Grund der Beziehung zu den anderen Kategorien eines *Komplexen Systems* weiter überprüft werden kann.

Akteure und *Faktoren* werden insgesamt weniger stark bewertet. Das ist besonders interessant, da *Akteure* und *Faktoren* deutlich häufiger genannt werden als *Strukturen*. Das heißt, die Bewertung der meist genannten *Elemente* ist in den Schüler*innentexten selten, was Auswirkungen auf die Darstellung der *Systembeziehungen* und der *Hierarchie* in einem *Komplexen System* hat.

Dass in den Schüler*innentexten nur direkte Aspekte dargestellt werden, findet ebenfalls in der Darstellung des *Vernetzungsgrades* Ausdruck. So werden vornehmlich *lineare* und weniger *kausale* beziehungsweise *korrelierte Systembeziehungen* dargestellt, wie beispielsweise: „*Dass Wasser an einigen Stellen abgezapft wird, ist nur eine Folge von dem Versagen der Regierung*“. Die Analyse des *Vernetzungsgrades* zeigt ausgenommen von der Nennung von *Systembeziehungen* („*Die schwächte [sic!] Infrastruktur [sic!] korrelierte hat zur Folge das nur das Stadtzentrum über gute Leitungen mit Trinkwasser versorgt werden kann*“) und der *Ganzheitlichkeit* („*Also ich glaube, es geht nicht direkt darum, dass direkt Industrie die Wasserinfrastruktur organisieren, sondern dass durch neue Wirtschaftszweige, die Direktinvestoren dort reinbringen, Geldmittel in die Stadt. Und dadurch kann die Stadt was verdienen*“), dass Aspekte des *Vernetzungsgrades* selten dargestellt werden. Folglich werden in den Schüler*innentexten viele *Elemente* genannt, jedoch nur selten vernetzt dargestellt. Die dargestellte Vernetzung konzentriert sich außerdem auf *lineare Systembeziehungen*. *Kausale* sowie *korrelierte Systembeziehungen* werden nur vereinzelt genannt. Diese Darstellung ist vor allem problematisch, da mit Hilfe der *Vernetzung* der Zusammenhang der verschiedenen *Elemente* illustriert werden kann. *Vernetzung* ist elementarer Bestandteil eines *Komplexen Systems*, was in den Kapitel 3.2 und 3.3 erläutert wird. Die fehlende *Vernetzung* verringert die Möglichkeit, eine *raumzeitliche Dynamik* des Systems darzustellen und somit die Möglichkeit, Aussagen über die zukünftige Entwicklung des *Komplexen Systems* zu treffen. Dass die Bedeutung der *Vernetzung* in den Schüler*innentexten grundsätzlich erkannt wird, lässt die vorwiegend positive Bewertung der *Systembeziehungen* sowie die relativ häufige Darstellung von *Ganzheitlichkeit* vermuten.

Noch seltener als Aspekte des *Vernetzungsgrades* werden Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik*, wie zum Beispiel *Organisationsprozesse in räumlicher Entwicklung* („*Dies führt zu großen Disparitäten im Stadtzentrum, doch vor allem in der Peripherie Menschen die nicht in der Stadt leben, kommen kaum an sauberes Trinkwasser*“) genannt und als Bestandteile der Trinkwasserproblematik in Guadalajara beschrieben. Die seltenen Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik* thematisieren *Prozesse in zeitlicher* und *Prozesse in räumlicher Entwicklung*, die sich vorwiegend mit *Nachhaltigkeit* und der vorherrschenden Diskrepanz von Zentrum und Peripherie beschäftigen. Wiederum wird in der genaueren Analyse der Kategorie deutlich, dass ähnlich wie in der Darstellung von *Elementen* vor allem pri-

Ergebnisse:
Vernetzungs-
grad

Ergebnisse:
raumzeitliche
Dynamik

märe Aspekte illustriert werden und wenige mittelbare Aspekte, die erst in der zweiten oder dritten Ordnung wirken, wie zum Beispiel Ausbau der mexikanischen Wirtschaft, die zur stärkeren Interesse der Industrie an ihrem Standort führen kann. Das Zusammenwirken primärer und nachgeordneter Aspekte bestimmen ein *Komplexes System*, was durch eine Darstellung der *raumzeitlichen Dynamik* erfasst werden kann. Das Fehlen von nachgeordneten Aspekten verursacht eine oberflächliche Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System* in den Schüler*innentexten. Diese Tatsache wird ebenfalls im sehr seltenen Erreichen der höchsten Kompetenzstufe des *KSMs* (vgl. Abbildung 3.10) bestätigt.

Zusammenfassend heißt dies, dass eine grundsätzliche Beschreibung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara in den Schüler*innentexten zu erkennen ist, doch werden die Beziehungen und Wechselwirkungen von den Schüler*innen unzureichend dargestellt. Dadurch wird zum einen die Einflussnahme auf das System und zum anderen eine Prognose für die zukünftige Entwicklung erschwert. Vorteile, die eine Betrachtung eines geographischen Problems aus der theoretischen Perspektive der *Komplexen Systeme* bedeuten, können nur unzureichend genutzt werden. Die Möglichkeit Einflüsselemente eines *Komplexen Systems* zu identifizieren und die zukünftige Entwicklungen vorauszusagen, bleibt ungenutzt. Doch zeigen die vorliegenden Schüler*innentexten Tendenzen im Sinne dieses Potenzials. Auf Grund dessen ist von einer fehlenden Fokussierung von Aspekten der *raumzeitlichen Dynamik* im Unterricht auszugehen, was im späteren Verlauf der Forschungsarbeit noch einmal diskutiert wird.

8.3 Diskussion des Kompetenzstufenmodells

Darstellung Komplexer Systeme

Im folgenden Abschnitt wird das vorgestellte Kompetenzstufenmodell zur *Darstellung Komplexer Systeme (KSM)* (vgl. Abbildung 3.10) reflektiert.

Die Forschungsergebnisse zeigen, dass das *KSM* als Instrument zur Beschreibung und Messung von *Darstellungen Komplexer Systeme* im Rahmen des Geographieunterrichts dienen kann. Es setzt sich aus den drei grundlegenden Kategorien *Elemente*, *Faktoren* und *raumzeitliche Dynamik* zusammen.

Grundsätzlich werden in den Schüler*innentexten alle Kategorien bedient und die Verteilung auf die verschiedenen Kompetenzstufen scheint das *KSM* zu bestätigen. Die Schüler*innen sind in der ersten Kategorie *Elemente* am stärksten, in der zweiten Kategorie *Vernetzungsgrad* am zweitstärksten und in der dritten Kategorie *raumzeitliche Dynamik* am

schwächsten. Das ist nach der Beschreibung der Darstellung *Komplexer Systeme* erwartbar und spricht grundsätzlich für das *KSM*. Mit zunehmender Komplexität und Vielschichtigkeit wächst die Schwierigkeit dies darzustellen, weshalb diese Stufen seltener erreicht werden. Die sehr differenzierte Gliederung der zweiten Kategorie *Vernetzungsgrad* und der dritten Kategorie *raumzeitliche Dynamik* erscheint zunächst zu kompliziert und wenig handhabbar für die Bewertung der Darstellung *Komplexer Systeme* in Schüler*innentexten. Doch bestätigt die geringere Ausprägung in den hohen Kompetenzstufen dieser Kategorien die Feingliederung. Auf diese Weise ist die Kompetenz in der Darstellung *Komplexer Systeme* genauer erfassbar und letztlich leichter zu fördern. Die besondere Relevanz zeigt sich im Bezug zum *Vernetzungsgrad* auf die Illustration von Beziehungen der *Elemente* und in der Untersuchung der *raumzeitlichen Dynamik*, die für die Darstellung der Einflussmöglichkeiten sowie der zukünftigen Entwicklung in Raum und Zeit wesentlich sind. Außerdem beinhaltet die *raumzeitliche Dynamik* die Messkategorien zur Erläuterung des Raumes beziehungsweise zur Gestaltung und Bedeutung des Raums im System. Deshalb ist diese Kategorie besonders aus geographischer Perspektive wichtig und sollte genau analysiert werden. Diese detaillierte Matrix des Instruments ermöglicht eine genaue Beschreibung und Messung dieser Kategorie. Die schlechten Ergebnisse in den Schüler*innentexten in dieser Auswertungskategorie bestätigen die detaillierte Analysematrix. Es kann auf deren Grundlage eine gezielte Förderung im Geographieunterricht entwickelt werden.

So können insgesamt die drei Kategorien und die ausführliche Differenzierung des *KSMs* als begründete Hypothesen zur Klärung der zentralen Forschungsfragen dienen. Die Ergebnisse werden ebenfalls durch aktuelle Forschungsergebnisse gestützt (vgl. Mattissek & Sakdapolrak, 2016; Mehren et al., 2015). Für eine Verwendung im Geographieunterricht könnte jedoch eine verkürzte Version ansprechender und zielführender sein (vgl. Abbildung 3.11).

8.4 Sprachliche und argumentative Darstellung *Komplexer Systeme*

Das folgende Kapitel stellt die zentralen Ergebnisse der sprachlichen und argumentativen Darstellung *Komplexer Systeme* heraus und diskutiert diese im Zusammenhang mit der inhaltlichen Analyse der Schüler*innentexte sowie dem *MKS* (vgl. Abbildung 3.7). Die sprachliche Untersuchung konzentriert sich auf die verwendeten Kernbegriffe und wird durch die Analyse der Kollokation der Kernbegriffe in der höchsten Kompetenzstufe des *KSMs* unterstützt.

Es zeigen sich fünf Inhaltsfelder, die aus den 23 Kernbegriffen bestehen, das heißt Inhaltsträger, die mehr als 40 mal genannt wurden. Es handelt sich hier, trotzdem der Inhalt der Begriffe berücksichtigt wird, um eine sprachliche Analyse, da die Begriffe darüber hinaus in ihrem sprachlichen Kontext untersucht werden. Zusätzlich verdeutlicht die Untersuchung eine Besonderheit des Begriffs „Zentrum“, da dieser zwar insgesamt selten, aber verhältnismäßig am häufigsten in der Kategorie *Vernetzungsgrad* genannt wurde. Die drei häufigsten Inhaltsfelder sind 1. Kernbegriffe aus dem Wasserkontext, 2. Kernbegriffe, die *Akteure* beschreiben, und 3. Kernbegriffe, die *finanzielle Aspekte* beschreiben. Grundsätzlich decken sich diese Ergebnisse mit den Ergebnissen aus der inhaltlichen Untersuchung; ausgenommen ist die häufige Verwendung von Kernbegriffen aus dem Inhaltsfeld *Finanzielle Aspekte*. Es zeigt sich, dass die häufigsten Begriffe „Geld“ und „Inventionen“ sind, die diesem Inhaltsfeld zugeordnet werden können und nach dem MKS (vgl. Abbildung 3.7) der Kategorie *Elemente* unter *Faktoren* zugeordnet werden. Auffallend ist zudem die häufige Verwendung bestimmter Kernbegriffe sowie die im Gegensatz dazu fehlende Verknüpfung mit anderen Kernbegriffen. Daran ist ebenfalls die Schwierigkeit der Darstellung von *Vernetzungsgrad* und *raumzeitlicher Dynamik* erkennbar. Demnach bestätigt die tiefer gehende sprachliche Analyse der Kernbegriffe die Ergebnisse der inhaltlichen Untersuchung.

Die Berücksichtigung des KSMs (vgl. Abbildung 3.10) zeigt prinzipiell eine gleichmäßige Verteilung der Kernbegriffe auf die Kompetenzstufen 1 bis 3, wobei in der dritten Kompetenzstufe anteilig die meisten Kernbegriffe aus den meisten Inhaltsfeldern verwendet werden. Das bedeutet, auf der dritten Kompetenzstufe werden zum einen die meisten Kernbegriffe und zum anderen die meisten Inhaltsfelder genannt. Die Untersuchung der Inhaltsfelder zeigt vor allem Unterschiede in der Stärke der Inhaltsfelder in den Kompetenzstufen, das heißt, wie häufig Kernbegriffe aus einem bestimmten Inhaltsfeld auf einer bestimmten Kompetenzstufe verwendet werden. Da zeigt sich, dass auf der höchsten Kompetenzstufe häufiger als in den drei anderen Kernbegriffe aus dem Inhaltsfeld *staatliche Aspekte* verwendet werden. Die Tendenzen der Untersuchungsergebnisse der Kompetenzstufen bestätigen sich in der Kollokationsuntersuchung der Kernbegriffe in Textpassagen der vierten Kompetenzstufe.

Verschiedene inhaltliche Aspekte werden kategorienübergreifend überwiegend durch syntaktische Mittel wie Attribute und attributive Konstruktionen verknüpft. Es wechseln sich komplexe und weniger komplexe Satzkonstruktionen ab, wie beispielsweise: „Hauptprobleme für die prekäre Situation sind schlechte Leitungen, falsche Bewässerungs- und Anbaumethoden und die schnell steigende Bevölkerung. Die ungerechte Verteilung bestärkt das Problem. Jedoch zu behaupten, dass die Leute nicht bereit sind zu zahlen, ist nicht tragbar“. Respektive werden *Akteure* mit *Faktoren* über den *Vernetzungsgrad* durch die Verwendung von Konditio-

nalsätzen, Aufzählungen sowie von Attributen realisiert. Die Konditionalsätze dienen der Verdeutlichung der Beziehungen (*Vernetzungsgrad*). Dagegen werden in Hauptsätzen vor allem Konklusionen formuliert. Mit Hilfe von Attributen werden die Beziehungen hierarchisiert. Die sprachliche Analyse einer gelungenen inhaltlichen Darstellung zeigt eine Fokussierung auf die Kategorie *Vernetzungsgrad*. Dieses Ergebnis spricht für eine sprachliche Förderung auf syntaktischer Ebene, die verschiedene Möglichkeiten zur Darstellung unterschiedlicher Aspekte ermöglicht.

Zusammenfassend stützt die sprachliche Analyse die Ergebnisse der inhaltlichen Untersuchung. Die meist genannten Kernbegriffe benennen vorrangig *Elemente*, welche jedoch selten inhaltlich verknüpft oder in einer räumlichen und zeitlichen Entwicklung dargestellt werden. Die Untersuchung von Textpassagen der höchsten Kompetenzstufe zeigt, dass eine Verknüpfung primär über die Satzstruktur erfolgt.

Im Folgenden werden zentrale Ergebnisse der argumentativen Darstellung *Komplexer Systeme* illustriert. Im Ganzen hat die Argumentation in Form einer einfachen Meinungsäußerung eine hohe Bedeutung in der Darstellung *Komplexer Systeme*, weil die meisten Textpassagen dieser Form entsprechen. In mehr als drei Vierteln der Schüler*innentexte finden sich argumentative Elemente in Form einer Meinungsäußerung nach dem Argumentationsmodell Budke et al. (2010) sowie nach der Definition Toulmins (1996). Jedoch zeigt sich, dass die Argumentationen auf geringem Niveau sind. Die Kategorisierung nach dem Kompetenzstufenmodell nach Budke et al. (2010) (vgl. Abbildung 4.5) verdeutlicht die geringe Qualität. Die am häufigsten erreichten Kompetenzstufen sind die erste und zweite. Dieses Ergebnis bestätigt bisherige empirische Befunde, dass es Schüler*innen nur selten gelingt, eine vollständige beziehungsweise eine begründete Argumentation zu formulieren (vgl. Budke et al., 2010). Die Untersuchung der meist genannten Kernbegriffe (mehr als 100 mal) zeigt eine andere Verteilung der Verwendung als die Untersuchung der Kernbegriffe aus inhaltlicher Perspektive. Der meist genannte Kernbegriff in der Untersuchung der Argumentation in den Schüler*innentexten ist „*Landwirtschaft*“. Im Gegensatz dazu spielt der aus der inhaltlichen Perspektive meist genannte Kernbegriff „*Geld*“ eine untergeordnete Rolle. Die Besonderheit des Kernbegriffs „*Landwirtschaft*“ wird zusätzlich durch die anteilig häufige Verwendung in der dritten Kompetenzstufe gestützt.

Die Untersuchung der am stärksten ausgeprägten Kompetenzstufen, das heißt der ersten und zweiten Kompetenzstufe, zeigt die ungeklärte Auffälligkeit, dass in der höheren zweiten Kompetenzstufe weniger Kernbegriffe verwendet werden als in der ersten Kompetenzstufe. Dieses Ergebnis unterstreicht die Ergebnisse der vorherigen Untersuchungen, dass die alleinige Nennung von Kernbegriffen unzureichend für die Darstellung eines *Komplexen Systems* ist. Die Analyse gelungener Textpassagen

Ergebnisse:
argumentative Darstellung

bestätigt ebenfalls die große Bedeutung der Kategorie *Vernetzungsgrad*. Gelingt es den Schüler*innen auf einer hohen Kompetenzstufe zu argumentieren, stellen sie wahrscheinlicher Aspekte des *Vernetzungsgrads* dar, wie beispielsweise: „Andererseits bietet die Privatisierung eine neue Chance zur Verbesserung der Trinkwasserversorgungslage, da sich das Unternehmen nur mit Lösungsansätzen und neuen Investitionen beschäftigt, die der Bevölkerung zu Gute kommen sollen und nicht mit anderen Problemen wie der Staat. Durch diese Spezialisierung kann intensiver auf das Wasserproblem eingegangen werden und aufgrund der Privatisierung mehr Geld investiert werden“. Aufgrund der grundsätzlich geringen Qualität der Argumentationen konnte dieses Ergebnis ausschließlich durch die strukturelle Analyse angedeutet werden. Doch unterstreichen die Ergebnisse der inhaltlichen und sprachlichen Untersuchung diese Tendenz. Außerdem wird diese Tendenz durch bisherige Forschungsergebnisse in der Argumentationsforschung getragen (vgl. Budke & Müller, 2015, Kuckuck, 2014, Budke, 2012, Fleischhauer et al., 2008, Osborne et al., 2004, Duschl, 2002). Eine zukünftige empirische Überprüfung der Rolle der Argumentation in der Darstellung von *Komplexen Systemen* im Speziellen des *Vernetzungsgrades* in Schüler*innentexten setzt eine höhere Qualität der Argumentation und der Darstellung *Komplexer Systeme* voraus. Diese kann nach den Ergebnissen dieser Forschungsarbeit nur nach einer ausgeprägten Förderung der Darstellung *Komplexer Systeme* sowie der Argumentationskompetenz erhoben werden, da so möglicherweise entsprechende Untersuchungstexte entstehen können.

Konkludierend wurde ein Zusammenhang zwischen Argumentation und der Darstellung *Komplexer Systeme* nachgewiesen, jedoch konnte die Art und Weise des Zusammenhangs erst mit Hilfe der strukturellen und sprachlichen Analyse andeutungsweise gezeigt werden. Die Analyse weist darauf hin, dass mit Hilfe von Argumentation die in den Schüler*innentexten schwer zugängliche Kategorie *Vernetzungsgrad* ausgebaut werden kann.

zusammenfassende
Ergebnisse

Darin liegt ein großes Potenzial der Argumentationsförderung für die Darstellung *Komplexer Systeme*, welches in zukünftige Forschungsarbeiten münden sollte. Überdies indizieren die Ergebnisse der argumentativen Darstellung, dass die Vorgabe eines *komplexen* Inhaltes nicht als Sprachanlass ausreicht, um Argumentationen zu initiieren. Jedoch zeigt sich darüber hinaus, dass eine gelungene Argumentation zur besseren Darstellung eines *Komplexen Systems* im Speziellen zum Ausbau der Kategorie *Vernetzungsgrad* führt.

Ein zentrales Ergebnis der Untersuchung ist die Rolle der Sprache auf der Analyseebene sowie als potenzieller Ansatz zur Fördermöglichkeit der Darstellung *Komplexer Systeme*. Unter Zuhilfenahme der Kernbegriffe und der Inhaltsfelder sowie der sprachlichen Analyse der besonders gelungenen Beispiele konnten die Bedeutungen der einzelnen Kategori-

en eines *Komplexen Systems* sowie die Bedeutung von Argumentationen ermittelt werden. Die theoretische Herleitung lässt bereits eine grundlegende Bedeutung der *Elemente* in einem *Komplexen System* vermuten, doch verdeutlichen die Ergebnisse der verschiedenen Analyseebenen zusätzlich das zentrale Moment des *Vernetzungsgrades*. Erst die Analyse der sprachlichen Darstellung von Aspekten der Kategorie *Vernetzungsgrad* über die Kernbegriffe, Inhaltsfelder und Ankerbeispiele beschreibt ein *Komplexes System*. Zuvor werden verschiedene *Elemente* aneinandergereiht, ohne deren systemische Bedeutung zu erkennen. Angesichts der seltenen Darstellung der Kategorie *raumzeitliche Dynamik* konnte die sprachliche Analyse nur die Tendenz verstärken, dass über konkret sprachliche Aspekte, wie konditionale und attributive Strukturen Aspekte dieser Kategorie besonders gut dargestellt werden. Eine zusätzliche Förderung der verstärkten Darstellung von Aspekten der *raumzeitlichen Dynamik* könnte das theoretische Potenzial der *raumzeitlichen Dynamik* zeigen – die Möglichkeit einer gegenwärtigen und zukünftigen Einflussmöglichkeit.

8.5 Implikationen für den Geographieunterricht

Nach dem die zentralen Ergebnisse der Forschungsarbeit dargelegt und diskutiert wurden, soll das folgende Unterkapitel zeigen, wie diese Ergebnisse in den Geographieunterricht einbezogen werden können.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass Schüler*innen der Q1 des Gymnasiums Basiskompetenzen zur Darstellung *Komplexer Systeme* und Argumentation besitzen. *Akteure* und *Faktoren* werden als wesentliche *Elemente* häufig genannt, womit die Basis zur Darstellung eines *Komplexen Systems* gelegt ist. Jedoch werden die *Elemente* selten bewertet und im Zusammenhang betrachtet. Weiterhin sind die genannten *Faktoren* meist nur primäre *Faktoren*, was sich in der mangelhaften Darstellung der *raumzeitlichen Dynamik* bestätigt. Zusätzlich werden Aspekte des *Vernetzungsgrades* ebenfalls nur marginal illustriert.

Was bedeutet das für den Geographieunterricht? Wie kann die Darstellung *Komplexer Systeme* im Geographieunterricht gefördert werden? Was sind wesentliche Ansatzpunkte für die Förderung der Darstellung *Komplexer Systeme*? Welche Rolle können Argumentationen dabei spielen? Diese Fragen werden im folgenden Abschnitt thematisiert.

Komplexe Systeme sind im Geographieunterricht in Form von Mensch-Umwelt-Beziehungen Inhalt. Mit Hilfe der Forschungsergebnisse zeigt sich, dass die Darstellung *Komplexer Systeme* zunächst an der Vertie-

fung der *Elemente* ansetzen kann. Diese sind zum Teil schon vorhanden und können aus diesem Grund ausgebaut werden. Neben der Erarbeitung verschiedener *Elemente* ist die Fokussierung auf die Art und Weise ihrer Vernetzung untereinander ein zentraler Förderaspekt. Die Ergebnisse der Forschungsarbeit zeigen, dass die Vernetzung verschiedener *Elemente* eines *Komplexen Systems* zur ausführlicheren und komplexeren Darstellung des Systems führen. Wiederum leitet die vernetzte Darstellung der *Elemente* zu Fragen der räumlichen und zeitlichen Entwicklung, was in der *raumzeitlichen Dynamik* dargestellt werden kann. Daraus ergibt sich eine konkrete Förderung an Aspekten des *Vernetzungsgrades* und anschließend an Aspekten der *raumzeitlichen Dynamik*. Die Förderung dieser beiden Kategorien des *MKS*' ist zum einen wesentlich für die Darstellung eines *Komplexen Systems* zum anderen zur Ableitung konkreter Handlungsmöglichkeiten. Da der Geographieunterricht neben der Beschreibung von Phänomenen Schüler*innen anregen soll, an gesellschaftlichen Prozessen zu partizipieren (vgl. DGfG 2014: 25ff.), ist eine Förderung der Kategorie *raumzeitliche Dynamik* im Sinne des modernen Geographieunterrichts zu empfehlen. Die Ergebnisse der Forschungsarbeit zeigen jedoch, dass auf dem erfolgten Darstellungsniveau in den Schüler*innentexten Prognosen und Eröffnungen von Handlungsspielräumen schwer möglich sind.

Wie kann die Darstellung von sekundären und tertiären *Elementen*, Aspekten des *Vernetzungsgrades* und Aspekten der *raumzeitlichen Dynamik* im Geographieunterricht gefördert werden? Die Ergebnisse der Forschungsarbeit verdeutlichen das große Potenzial, die genannten Förderschwerpunkte mit Hilfe der Sprache zu erreichen. Durch gezielte Analyse von gelungenen Beispielen auf inhaltlicher und sprachlicher Ebene, das bedeutet die Analyse der syntaktischen und textuellen Struktur eines Textes, können sehr konkrete Textexemplare visualisiert werden. Über die sprachliche Ebene können inhaltsübergreifende, das heißt strukturelle Strategien zur Darstellung *komplexer* Inhalte vermittelt werden. Dieser Ansatz kann mit Forschungsergebnissen des Scaffoldings (vgl. Kniffka, 2010; Gibbons, 2002) ausgebaut werden. Die Forschungsergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen darüber hinaus, dass die Sprache auf unterschiedlicher Ebene eine wesentliche Rolle in der erfolgreichen Darstellung *Komplexer Systeme* spielt. Aufgrund dessen empfiehlt sich eine inhaltliche und sprachliche Synthese in der Vermittlung *Komplexer Systeme*. Diese sollte nach den Forschungsergebnissen vor allem auf syntaktischer Ebene ansetzen, da dort bereits erfolgreich Aspekte des *Vernetzungsgrades* und der *raumzeitlichen Dynamik* dargestellt werden. Konkret kann das bedeuten: Die Förderung von geeigneten Formulierungen für Aspekte des *Vernetzungsgrades* und Aspekte der *raumzeitlichen Dynamik* im Sinne eines Scaffoldings (vgl. Gibbons, 2002). Weitere Fördermöglichkeiten bieten eine stetige Förderung durch Ausformulierungen im Sinne des epistemischen Schreibens (Eigler, 2005) sowie die Unterstützung durch die Arbeit mit Ankerbeispielen. Eine Methode zur Syn-

these einer inhaltlichen und sprachlichen Förderung ist der neue Ansatz der Sprach-Fach-Netze (Müller & Michalak, 2015; Michalak & Müller, 2016). Das Sprach-Fach-Netz gründet sich auf der Idee des Concept Mappings mit sprachlichen Ergänzungen, die ebenfalls strukturierend wirken. Bisher existiert das Sprach-Fach-Netz nur als Auswertungshilfe für Diagramme in der Geographie- und Sprachdidaktik, kann aber entsprechend für die Erschließung von Phänomen und speziell für die Erschließung von Mensch-Umwelt-Systemen nach dem Vorbild des Concept-Mappings (vgl. Novak & Cañas, 2003) ausgebaut werden.

Eine weitere wesentliche sprachliche Fördermöglichkeit kann durch eine gezielte Strukturierung mit Hilfe der Argumentation als eine komplexe Sprachhandlung erfolgen. Die Förderung der Argumentationskompetenz nach Budke & Uhlenwinkel (2011) kann beispielsweise besonders die Nennung von Aspekten des *Vernetzungsgrades* unterstützen. Grundsätzlich implizieren die Ergebnisse der Arbeit mögliche Synergieeffekte zwischen der sprachlichen sowie argumentativen Förderung und der inhaltlichen Förderung zur Darstellung *Komplexer Systeme*. So könnte die Förderung von Argumentationskompetenz anhand eines *Komplexen Systems* zum einen die Argumentationskompetenz verbessern und zum anderen eine mehrdimensionale Darstellung eines *Komplexen Systems* fördern.

9 Offene Fragen & weiterer Forschungsbedarf

Einer Frage entspricht immer eine Methode des Findens. Oder man könnte sagen: Eine Frage bezeichnet eine Methode des Suchens.

Ludwig Wittgenstein

Wie können *Komplexe Systeme* aus einer geographischen Perspektive im Geographieunterricht dargestellt werden? Inwiefern können Argumentationen zur Erfassung eines *Komplexen Systems* in Schüler*innentexten dienen? Inwieweit kann die Trinkwasserproblematik Guadalajaras exemplarisch als ein komplexes Mensch-Umwelt-System betrachtet werden?

Zentrale
Forschungs-
fragen

Das sind die zentralen Fragen zu Beginn der Forschungsarbeit. Die Klärung der Fragen bedeutet eine Synthese der drei Aspekte von *Komplexen Systemen* im Geographieunterricht, die Verbindung von *Komplexen Systemen* und Argumentationen sowie die Beispielhaftigkeit der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als *Komplexes System*. Es wurde versucht, verschiedene Desiderate in der Geographiedidaktik zu klären.

Hinführung

Eine ausführliche Antwort auf die Fragen gibt das Kapitel *Zentrale Ergebnisse & Diskussion* (8). Zusammenfassend kann jedoch herausgestellt werden, dass der Ansatz der *Komplexen Systeme* sehr gewinnbringend für das Verständnis und der systematischen Untersuchung von geographischen Phänomenen, wie beispielsweise der Trinkwasserproblematik in Guadalajara sein kann. Ansätze in der Forschungsarbeit zeigen, dass Argumentation zu einer begründeten Meinungsbildung besonders in zwei Kategorien des untersuchten Instruments zur Beschreibung und Messung von *Komplexen Systemen* führen kann.

Das Kapitel fasst offene Fragen und den sich eröffnenden Forschungsbedarf zusammen. Zunächst werden der Chronologie der Arbeit folgende Fragen und Perspektiven aus dem Themenbereich *Komplexe Systeme* in der Geographiedidaktik illustriert, was in weiterführenden Ansätzen des entwickelten theoretischen Modells *Komplexe Systeme (MKS)* und des Kompetenzstufenmodells *Darstellung Komplexer Systeme (KSM)* mündet. Abschließend werden Potenziale der Synthese zwischen Argumentation und der Darstellung *Komplexer Systeme* sowie des sich neu ergebenden

sprachstrukturellen Ansatzes vorgestellt.

Die Forschungsarbeit stellt sich in die Tradition der Komplexitätsforschung, im Kontext der bisher ausbaufähigen Forschungslandschaft für *Komplexe Systeme* im Geographieunterricht. Unter der Berücksichtigung von Argumentationen sollte ein Mehrgewinn für die Geographiedidaktik und für den Geographieunterricht geschaffen werden. Es wird ein für die Geographie geeignetes Modell von *Komplexen Systemen* vorgeschlagen, welches unter Zuhilfenahme der Operationalisierung und des *KSMs* in der Geographiedidaktik und letztlich auch im Geographieunterricht Anwendung finden kann.

Anlass dieser Forschungsarbeit ist die Beschäftigung mit komplexen Mensch-Umwelt-Systemen, die zwar unser gesellschaftspolitisches Leben bestimmen, jedoch im Geographieunterricht wenig systematisch betrachtet werden. Zwar wird die Notwendigkeit von Mensch-Umwelt-Systemen im Geographieunterricht durch die Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss im Bereich des *allgemeingeographischen Ansatzes* sowie der Ausweisung des *Systemkonzepts* als *Hauptbasiertes Konzept* berücksichtigt, doch gibt es neben dem Ansatz der *Systemkompetenz* nach Rempfler & Upheus (2010) kaum auf den Geographieunterricht übertragbare Konzepte. Die Forschungsarbeit sieht sich aus diesem Grund verpflichtet, der Thematik von Systemen im Geographieunterricht einen entsprechenden theoretisch fundierten Ansatz zur Seite zu stellen.

Die entwickelten Modelle haben sich grundsätzlich in der Forschungsarbeit bestätigt, sollten jedoch in einer weiteren Untersuchung validiert werden. Das heißt, für das *MKS* wäre eine Untersuchung empfehlenswert, welche die Kategorien *Vernetzungsgrad* und *raumzeitliche Dynamik* in den Fokus stellt. In der vorliegenden Arbeit hat sich die große Bedeutung für die Darstellung von *Komplexen Systemen* in Form des *MKS* bewiesen. Auch deutet sich dieser Stellenwert der Kategorien für einen modernen Geographieunterricht an. Um eine verstärkte Thematisierung in der Geographiedidaktik und dem Geographieunterricht zu ermöglichen, ist eine Validierung des *KSMs* notwendig, was einen Ansatz für weitere Forschungsarbeiten bietet. Das vorgestellte *KSM* scheint die verschiedenen Kompetenzniveaus zu bestätigen. In einer weiteren Forschungsarbeit können diese Ergebnisse die Basis für eine Analyse der kognitiven Anforderungen an Schüler*innen in den verschiedenen Kompetenzstufen sein.

Ein enormes Forschungspotenzial liegt in der Entwicklung und Visualisierung eines übergreifenden Konzeptes der Darstellung von *Komplexität* in der Geographiedidaktik, wobei das *MKS* (vgl. Abbildung 3.7) eine Grundlage bilden sollte. Überdies könnte eine vergleichende Studie in einem fächerverbindenden Unterricht mit dem Konzept der *Komplexen Systeme* fruchtbare Ergebnisse hervorbringen, wobei Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Geographieunterricht moderierend und inspirierend

Komplexe
Mensch-
Umwelt-
Systeme

MKS &
KSM

Synthese Ar-
gumentation
und Inhalt

wirken können. Es bleibt die Ausarbeitung einer Synthese zwischen der Darstellung *Komplexer Systeme* und der argumentativen Realisierung. Es zeigt sich, dass sich diese Aspekte in den Schüler*innentexten bedingen, und es ist zu vermuten, dass eine Kompetenzförderung der Darstellung *Komplexer Systeme* und der Argumentationskompetenz eine gegenseitige Förderung hervorbringt, was in einem weiteren Forschungsprojekt zu klären bleibt.

Ein zentrales Ergebnis der Forschungsarbeit ist die Bedeutung der Sprache als Verbindungsgelenk zwischen den verschiedenen Kategorien und Ebenen eines *Komplexen Systems*. Da sich die Bedeutsamkeit erst in der Analyse hervortat, ist eine Konzentration auf eine Synthese des sprachlichen und inhaltlichen Vermittelns sowie zum argumentativen und inhaltlichen Vermitteln in nachfolgenden Projekten zu empfehlen. Mit einem sprachlichen Ansatz beschäftigten sich erste Projekte in der Geographiedidaktik (vgl. Budke & Weiss, 2014), doch gilt es weitere Forschungsarbeiten zu initiieren.

Sprache als
Gelenk

Komplexe Systeme sollten in Form der Mensch-Umwelt-Systeme weiter Eingang in die unterrichtliche Realität finden, da dies zum Verständnis gesellschaftsrelevanter Prozesse und letztlich zur Partizipation beitragen kann. Die Geographie und der Geographieunterricht kann die Möglichkeit der Konfrontation mit *Komplexen Systemen* bieten, zum Beispiel in Form von Ressourcenproblematiken, Managementfragen in Räumen, wie beispielsweise in Städten sowie anderen Agglomerationsräumen. So kann der Geographieunterricht mit der Kompetenz *Komplexe Systeme* darzustellen zum Verständnis derer beitragen.

10 Literaturverzeichnis

Aufschnaiter, C. von, 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. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131.

Ávila, P., 2001. Urbanización popular y conflictos por el agua en una ciudad media de Mexico. CIESAS, Mexico.

Barabási, A.L., 2001. The physics of the web. *Physics World* 14 (7), 33–38.

Baumann, J., 2008. Projekt AASCA: Wiedernutzung gereinigten Abwassers in Mexiko-Stadt. In: Bürkner, H.–J. (Bearb.), *Dezentrales Wassermanagement – Perspektiven für dynamische Stadt- und Raumentwicklung. Dialoge zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und lokalen Akteuren*, Erkner, 37–38.
<http://www.irs-net.de/download/aktuelles/DokuWassermanagement.pdf>, 2015–10–08.

Baecker, D., 2013. Systemic Theories of Communication. In: Paul Cobley & Peter j. Schulz (Hrsg.). *Theories and Modells of Communication. Handbooks of Communcation Science*, 1. Berlin. Boston. 85–100.

Becker-Mrotzek, M., 2009. *Mündliche Kommunikation und Gesprächsdidaktik*. Baltmannsweiler.

Becker-Mrotzek, M.; Schindler, K. (Hrsg.), 2007. *Texte schreiben*. Duisburg: Gilles & Francke (KöBeS Heft 5 = Kölner Beiträge zur Sprachdidaktik; www.koebes.uni-koeln.de/)

Von Bertrab, E., 2003. Guadalajara's water crisis and the fate of Lake Chapala: a reflection of poor water management in Mexico. *International*

Institute for Environment and Development. Vol 15.
<http://eau.sagepub.com/content/15/2/127>.

Bourdieu, P., 2008. Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft. Frankfurt am Main.

Bösel, A., 2010. Afrika und der Klimawandel. Neues Paradigma und zentrale Herausforderungen für die Entwicklungspolitik des 21. Jahrhunderts. <http://www.kas.de/upload/dokumente/2011/03/Afrikas2/boesl.pdf>

Brinker, K., Antos, G., Heinemann, W., Sager, S. (Hrsg.), 2000. Text- und Gesprächslinguistik. Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung. Berlin, New York.

Bishop, R. C., 2011, Metaphysical and Epistemological Issues in Complex Systems, In: C. Hooker (Hrsg.). Philosophy of Complex Systems, vol 10, Handbook of the Philosophy of Science, Amsterdam: North Holland. 119–150.

Böhme, Ch., 05.03.2016. Wie die Dschihadisten Wasser als Waffe nutzen, Der Tagesspiegel online. <http://www.tagesspiegel.de/politik/islamischer-staat-wie-die-dschihadisten-wasser-als-waffe-nutzen/13056216.html>

Budke, A., Wienecke, M., 2008. Wasserkonflikte an Euphrat und Tigris. Praxis Geographie 38 (3), 37–43.

Budke, A., 2010. Und der Zukunft abgewandt. Ideologische Erziehung im Geographieunterricht der DDR. Göttingen.

Budke, A., Schiefele, U., Uhlenwinkel, A., 2010. „I think it’s stupid“ is no argument – some insights on how students argue in writing. Teaching Geography 35 (2), 66–69.

Budke, A., Uhlenwinkel, A., 2011. Argumentieren im Geographieunterricht ? Theoretische Grundlagen und unterrichtspraktische Umsetzungen. In: Meyer, C., Henry, R., Stöber, G. (Hrsg.), Geographische Bildung. Kompetenzen in der didaktischen Forschung und Schulpraxis. Braunschweig, 114–129.

Budke, A., 2012a. Argumentationen im Geographieunterricht. *Geographie und ihre Didaktik*. 23–34.

Budke, A., 2012b. „Ich argumentiere, also verstehe ich.“ Über die Bedeutung von Kommunikation und Argumentation im Geographieunterricht. In: Budke, Alexandra (Hrsg.): *Diercke - Kommunikation und Argumentation*. Braunschweig.

Budke, A., 2012c. Argumentationslupe – kartenbasierte Argumentationen kritisch hinterfragen. In: Budke, Alexandra (Hrsg.): *Diercke - Kommunikation und Argumentation*. Braunschweig.

Budke, A., 2012d. Gated Communities in Mexiko-Stadt. Ende der Zukunft der Stadt? In: *Praxis Geographie*. Band 42. Heft 5. 12–16.

Budke, A., 2012e. Argumentationen im Geographieunterricht. *Geographie und ihre Didaktik* 40 (1), 23–34.

Budke, A., Weiss, G., 2014. Sprachsensibler Geographieunterricht. In: Michalak, Magdalena (Hrsg.): *Sprache als Lernmedium in allen Fächern*. Baltmannsweiler. 113–133.

Budke, A., Kuckuck, M. (Hrsg.), 2015. *Geographiedidaktische Forschungsmethoden*. Praxis Neue Kulturgeographie. Bd. 10. Lit, Münster.

Budke, A., Bürkner, H.-J., Camps, S.P., 2015. Precarious Suburbanization: Perceptions of Infrastructure Supply and Living Conditions in Suburban fraccionamientos of Guadalajara, Mexico. *The Open Geography Journal* 7, 1–16.

Budke, A., Müller, B., 2015. Nutzungskonflikte am Rhein als komplexe Mensch-Umwelt-Systeme mit Hilfe von Argumentationen erschließen. In: Gryl, Inga, Kanwischer, Detlef und Schlottmann, Antje (Hrsg.): *Mensch: Umwelt: System*. Berlin. 177–189.

Bürkner, H.-J., Zehner, C., 2012. Technological recesses y raíces locales de place-making: tres estudios de caso urbanos. In: Ocha Garcia, H., Bürkner, H.-J. (Hrsg.), *Gobernanza y gestión del agua en el occidente de México*. La metrópoli de Guadalajara. Instituto Tecnológico y de Estu-

dios Superiores de Occidente, Guadalajara, 285–318.

Chapman, G.P., 2009. Systems. In: Kitchin, R., Thrift, N. (Hrsg.), *International Encyclopedia of Human Geography: Philosophy and Geography*. Amsterdam, 146–150.

Chomsky, N., 1975, Introduction, *The Logical Structure of Linguistic Theory*, New York.

Cooper, M.A., 1999. Classroom choices from a cognitive perspective on peer learning. In: A.M. O'Donnell & A. King (Hrsg.), *Cognitive perspectives on peer learning*. Mahwah. 213–233.

Coulomb, R., 1993. La participación de la población en la gestión de los servicios urbanos: ¿privatización o socialización?, en Antonio Azuela y Emilio Duhau (coords.), *Gestión urbana y cambio institucional México*, Universidad Autónoma de Metropolitana (UAM)–Azcapotzalco/Instituto Investigaciones Sociales (IIS), UNAM.

Delgado, J., 2010. The set of habitable planets and astrobiological regulation mechanisms. *International Journal of Astrobiology* 9 (2), 81–7.

Deutsche Gesellschaft für Geographie e.V. (Hrsg.), 2014, *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Bildungsabschluss*.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J., 2000. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287–312.

Duschl, R.A., 2002. New Drivers for New Science Education Highways. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 2 (2), 219–224.

Duschl, R.A., Osborne, J., 2002. Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education* 38, 39–72.

Duthel, H., *Korruption und Kapitalismus: Macht ohne Mandat - Missbrauch mit dem Missbrauch - Schwacher Staat*. Books on Demand, 297.

Ebeling, W., Freund, J., Schweitzer, F., 1995. Entropie – Information – Komplexität, Sonderforschungsbereich Natürliche Konstruktionen, Leichtbau in Architektur und Natur. Konzepte SFB 230 ; H. 48. Stuttgart; Tübingen.

Edmüller, A., Wilhelm, T., 1998. Argumentieren. Trainingsbuch für Beruf und Alltag. München.

Eemeren, F.H. van, Grotendorst, R., 1989. A transition stage in the theory of fallacies. *Journal of Pragmatics* 13 (1), 99–109.

Eemeren, F.H. van, Grotendorst, R., 1992. *Argumentation, communication and fallacies: a pragma-dialectical perspective*. Erlbaum, Hillsdale/NJ.

Eemeren, F.H. van, Grotendorst, R., Kruiger, T., 1987. *Handbook of Argumentation Theory. A critical survey of classical backgrounds and modern studies*. Foris, Dordrecht.

Eemeren, F.H. van, Grotendorst, R., Meuffels, B., 1989. The skill of identifying argumentation. *Journal of the American Forensic Association* 25, 239–245.

Eemeren, F.H. van, Grotendorst, R., Snoeck Henkemans, A.F., 2002. *Argumentation: Analysis, evaluation, presentation*. Erlbaum, Mahwah/NJ.

Egner, H., 2008. *Gesellschaft, Mensch, Umwelt – beobachtet. Ein Beitrag zur Theorie der Geographie (= Erdkundliches Wissen Band 145)*, Stuttgart.

Egner, H., 2010. *Theoretische Geographie (GeoWissen kompakt)*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Egner, H., 2002. Freizeit als 'Individualisierungsplattform'. Entwicklung und Ausdifferenzierung sportorientierter Freizeitaktivitäten aus systemtheoretischer Perspektive. *Geographische Zeitschrift* 90 (2), 89–102.

Eigler, G., 2005. Epistemisches Schreiben ist schwierig – seine Erforschung noch mehr. Ein Kommentar. *Unterrichtswissenschaft* 33 (3), 244–

254.

Erduran, S., 2007. Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research.

Erduran, S., Simon, S., Osborne, J., 2004. TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education* 88 (6), 915–933.

Feilke, H., 2008. Sprachlicher Common sense und Kommunikation: Über den „gesunden Menschenverstand“, die Prägung der Kompetenz und idiomatische Ordnung des Verstehens. In: *Der Deutschunterricht* 6, 1993, 6–21. <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2008/6144/>

Feilke, H., Beier, E. M., 2013. Rezension und Reflexion zu „Wörter und Wendungen: Kennen – Lernen – Können“. München.

Fleischer, B., 2015. Stammzellen sind nicht gebrechlich genug. <http://www.spektrum.de/news/stammzellen-eignen-sich-nicht-zur-erforschung-von-alzheimer/1370032>, 2015–11–12.

Fleischhauer, J., 2008. Students' Argumentation While Working on Physics Tasks. ESERA Summerschool, York.

Fleischhauer, J., Rogge, C., Riemeier, T., Aufschnaiter, C. von, 2008. Welche Anlässe regen Schüler zum Argumentieren an? In: Höttecke, D. (Hrsg.), *Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Münster, 314–316.

Flick, U., 2004. *Triangulation. Eine Einführung*. Reihe Qualitative Sozialforschung – Bd. 12, hrsg. von Ralf Bohnsack, Christian Lüders & Jo Reichertz. Wiesbaden.

Foucault, M., 1991. *Die Ordnung des Diskurses* [1972; dt. 1974], Frankfurt a.M.

Freimann, T., Schlieker, V., 2009. Concept Map / Begriffsnetz. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie Heft 64/65*. 12. Zeitschrift für

Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 15.

Freund, J., Schweitzer, F., 1998. Komplexe Strukturen: Entropie und Information. Stuttgart.

Friebertshäuser, B., Prengel, A. (Hrsg.). Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft. Weinheim/München.

Fuchs, M., 2003. Globalisierung, Abhängigkeiten und Abkopplungen. Zur Verursachung von Armut in Mexiko. In: Geographische Rundschau, Vol. 55., no. 10. 20 – 25.

Gabbay, D. M., Thagard, P., Woods, J., 2011. Philosophy of Complex Systems. In: Elsevier Handbook of The Philosophy of Science series. North Holland.

Garcia, S., Thomas, A., 2001. The Structure of Municipal Water Supply Costs: Application to a Panel of French Local Communities. Journal of Productivity Analysis, Vol. 16, no. 1, 5.

Garn, M., 1998. Managing water as an economic good. In Conference on Community Water Supply and Sanitation. Washington, DC.

Gaus, W., 2005. Dokumentations- und Ordnungslehre. Theorie und Praxis des Information Retrieval. Berlin, Heidelberg.

Gell-Mann, M., 1995. WHAT IS COMPLEXITY?. Complexity, Vol. 1, no. 1, <http://complexity.martinsewell.com/Gell95.pdf>.

Gibbons, P., 2002. Scaffolding Language, Scaffolding Learning. Heinemann, Portsmouth, NH.

Glatzer, J., 2012. Vorlesungsskript. Systemtheorie in der Geographie. unveröffentlicht.

Gleick, P., Wolff, G., 2002. The new economy of water: The risks and benefits of globalization and privatization of fresh water. Oakland.

Goeke, P., Lippuner, R., 2011. Editorial: Geographien Sozialer Systeme. *Soziale Systeme* 17 (2), 227–233.

von Goethe, J.W., 1833. *Maximen und Reflexionen*, hrsg. von M. Hecker, 1907. Verlag der Goethe-Gesellschaft, Weimar (= Schriften der Goethe-Gesellschaft 21).

Graf, D., 2014. Concept Mapping als Diagnosewerkzeug. In: Krüger, D., Parchmann, I., Schecker, H. (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschafts-didaktischen Forschung*. Berlin, 325–337.

Grimm, J., Grimm, W., 1971. *Deutsches Wörterbuch von Jacob und Wilhelm Grimm*. 16 Bde. in 32 Teilbänden. Leipzig 1854-1961. Leipzig.

Gryl, I., Kanwischer, D., Schlottmann, A. (Hrsg), 2015. *Mensch: Umwelt: System*. Berlin. 177?189.

Gutierrez, G., Reyes, H., Fernandez, S., Pérez, L., Pérez-Cuevas, R., Guscáfré, H., 1999. Impacto de los servicios de salud, el saneamiento y la alfabetización en la mortalidad de menores de cinco años [Impact of health care services, sanitation and education on mortality rates of children under five years of age]. *Salud Pública de México*, 41, 368–375.

Habermas, J., 1973. Wahrheitstheorien. In: Fahrenbach, H. (Hrsg.), *Wirklichkeit und Reflexion*. Neske, Pfullingen, 211–266.

Habermas, J., 1981. *Theorie des kommunikativen Handelns*. Bd. 1: Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung; Bd. 2: Zur Kritik der funktionalistischen Vernunft, Frankfurt a.M.

Hanhausen & Doménech Consultores – Mexico City, MX and Netherlands. Embassy (Mexico) – Mexico City, MX , 2001. *Mexico's water and wastewater market : strategic review 2001-2003*. Mexico City, Mexico: Hanhausen & Doménech Consultores.

Hannken-Illjes, K., 2004. *Gute Gründe geben. Ein sprechwissenschaftliches Modell argumentativer Kompetenz und seine didaktischen und me-*

thodischen Implikationen. Frankfurt am Main.

Heineberg, H., 1993, Verstädterung in Mexiko: Das Beispiel des Bundesstaates Jalisco und des Metropolitangebietes Guadalajara. In: Geographische Rundschau, 45, 7.

Herrmann, M., Hoppmann, M., Stölzgen, K., Taraman, J., 2012. Schlüsselkompetenz Argumentation. Paderborn.

Jahn, M., Viehrig, K., Fiene, C., Siegmund, A., 2015. Mit Concept Maps systemisches Denken von Schüler/innen erfassen. In: Budke, A., Kuckuck, M. (Hrsg.), Geographiedidaktische Forschungsmethoden. Münster, 341–368.

Johnson, D.W., Johnson, R.T., 1994. Learning together and alone: Cooperative, competitive and individualistic learning. Boston.

Jüngst, K.L., 1995. Studien zur didaktischen Nutzung von Concept Maps. Unterrichtswissenschaft 25 (3) 229–250.

Kanwischer, D., Rhode-Jüchtern, T. (Hrsg.), 2001. Qualitative Forschungsmethoden in der Geographiedidaktik : Bericht über einen HGD-Workshop in Jena, 21. - 23. Juni 2001. Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik e.V. (HGD). Nürnberg : Lehrstuhl Didaktik der Geographie.

Karg, I., 2007. Diskursfähigkeit als Paradigma schulischen Schreibens: Ein Weg aus dem Dilemma zwischen Aufsatz und Schreiben. Band 1 von Germanistik, Didaktik, Unterricht.

Kienpointner, M., 1992. Alltagslogik: Struktur und Funktion von Argumentationsmustern. 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. BMBF, Berlin.

Klinger, T., Schwippert, K., Leiblein, B. (Hrsg.), 2008. Evaluation im

Modellprogramm FörMig. Münster.

Klüter, H., 2011. Systemtheorie in der Geographie. In: Gansel, C. (Hrsg.), Systemtheorie in den Fachwissenschaften. Zugänge, Methoden, Probleme. Göttingen, 99–125.

Kniffka, G., Neuer, B., 2008. „Wo geht’s hier nach ALDI?“ – Fachsprachen lernen im kulturell heterogenen Klassenzimmer. In: Budke, A. (Hrsg.) Interkulturelles Lernen im Geographie- Unterricht. 121 –135. <http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2008/2451>.

Kniffka, G., 2010. Scaffolding. pro DaZ. <https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/scaffolding.pdf>; 2016–10–03.

Knopp, M., Jost, J., Natchwei, N., Becker-Mrotzek, M., Grabowski, J., 2007. Teilkomponenten von Schreibkompetenzen untersuchen: Bericht aus einem interdisziplinären empirischen Projekt. In: Bayrhuber, H., Harm, U., Muszynski, B. (Hrsg.) (2012) Formate Fachdidaktischer Forschung. Empirische Projekte - historische Analysen - theoretische Grundlagen. Münster: Waxmann, 47-65.

Köbler, G., 1995. Deutsches Etymologisches Wörterbuch. Stuttgart.

Köckritz, A., 2012. Die KP bloggt zurück. Zeit Online, 3. August. <http://www.zeit.de/2012/31/China-Internet>, 2015–09–10.

Kolmogorov, A., 1963. On Tables of Random Numbers. Sankhy. Ser. A. 25: 369–375.

Kopperschmidt, J., 1995. Politik und Rhetorik. Funktionsmodelle politischer Rede. Westdeutscher Verlag, Opladen.

Kopperschmidt, J., 2000. Argumentationstheorie zur Einführung. Hamburg.

Kornelius, S., 2012. EU in der Krise ? Maschine Europa fährt auf Überlast. Süddeutsche Zeitung, 2. Februar.

<http://www.sueddeutsche.de/politik/gedanken-zur-krise-maschine-europa-fahrt-auf-ueberlast-1.1398761>, 2015–09–10.

Kramer, G., 2009. Entwicklung und Überprüfung eines Strukturmodells der fachlichen Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht. Kiel.

Kraus, M. E., Aufschnaiter, C. von, 2005. Physikalisch argumentieren lernen. Methoden zur Förderung der diskursiven Kompetenz. Naturwissenschaften im Unterricht - Physik, 87, 32–37.

Krause, A., 1924. Guadalajara. *Hispania*, Vol. 7, No. 6, American Association of Teachers of Spanish and Portuguese. 387–391.

Krech, E.-M., Richter, G., Stock, E., Suttner, J., 1991. Sprechwirkung: Grundlagen, Methoden und Ergebnisse ihrer Forschung. Berlin.

Kuckuck, M., 2014. Konflikte im Raum. Verständnis von gesellschaftlichen Diskursen durch Argumentation im Geographieunterricht. Münster.

Kulgemeyer, C., 2010. Physikalische Kommunikationskompetenz. Modellierung und Diagnostik, Berlin.

Kultusministerkonferenz (KMK) (Hrsg.), 2005. Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Geographie. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10.02.2005.

Kutnick, P., Blatchford, P., 2013. Effective Group Work in Primary School Classrooms: The SPRinG Approach Volume 8 of Professional Learning and Development in Schools and Higher Education.

Leitão, S., 2000. The potential of argument in knowledge building. *Human Development* 43 (6), 332–360.

Lopez, O. H., 2001. Summary of the Seminar Water in Mexico: Government Objectives and Opportunities for Private Investment July 12-13, 2001. The Institute of the Americas
www.hdc.com.mx

Lossow, v., Tobias, 2016. Der IS und das Wasser Im Irak und in Syrien kontrollieren die Dschihadisten strategisch wichtige Staudämme ? und besitzen damit eine mächtige Waffe. Monde Diplomatique, Februar 2016.

Lorenz, E.N., 2008. butterfly effect. Science 320 (XXXX), 431.

Lueken, G.-L., 1995. Protologik und Argumentation, In: E. Jelden (Hrsg.), Prototheorien: Praxis und Erkenntnis?, Leipzig Leipziger Schriften zur Philosophie, Bd. I).

Luhmann, N., 1997a. Die Gesellschaft der Gesellschaft. Frankfurt am Main.

Luhmann, N., 1997b. Die Kunst der Gesellschaft. Frankfurt am Main.

Luhmann, N., 2001. Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie. Frankfurt am Main.

Luhmann, N., Baecker, D. (Hrsg.), 2009. Einführung in die Systemtheorie. Heidelberg.

Luhmann, N., Horster, D., (Hrsg.), 2013. Soziale Systeme. Berlin.

Lumer, C., 1995. Implikaturen – allgemeine Theorie und argumentationstheoretische Anwendung. In Liedtke, F. (Hrsg.), Implikaturen. Linguistische Arbeiten 343, Tübingen.

Mainzer, K., 2008. Komplexität. Paderborn.

Mattisek, A., Sakdapolrak, P., 2016. Gesellschaft und Umwelt. In: T. Freytag et al. (Hrsg.), Humangeographie kompakt. Berlin, Heidelberg.

Mayring, Ph., 2014. Qualitative content analysis. Theoretical foundation, basic procedures and software solution (free download via Social Science Open Access Repository SSOAR.
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173>).

Mayring, Ph., 2010. Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 11. Aufl., Weinheim.

Mayring, Ph., Gläser-Zikuda, M. (Hrsg.), 2005. Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse. Weinheim.

Mayring, Ph., 1983. Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim.

Mehren, M., Mehren, R., 2015. Kompetenzorientiert Unterrichten – aufgezeigt am Beispiel des Fachs Geographie. In: Bresges, A., Dilger, B., Hennemann, T., König, J., Lindner, H., Rhode, A., Schmeinck, D. (Hrsg.), Kompetenzen perspektivisch. Interdisziplinäre Impulse für die LehrerInnenbildung. Berlin, 55–77.

Mehren, M., Rempfler, A., Ulrich–Riedhammer, E.M., 2015. Diagnostik von Systemkompetenz mittels Concept Maps ? aufgezeigt am Beispiel der Malariabekämpfung im Kongo. Praxis Geographie 45 (7/8), 29–33.

Mehren, R., Rempfler, A., Ulrich–Riedhammer, E.M., 2014. Denken in komplexen Zusammenhängen. Systemkompetenz als Schlüssel zur Steigerung der Eigenkomplexität von Schülern. Praxis Geographie 44 (4), 4–8.

Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J., Ullrich–Riedhammer, E.M., 2014. System Competence Modelling. In: European Resarchers in Didactics of Biology (Ed.), 10th Conference of European Researchers in Didactics of Biology. Haifa, 56.

Michalak, M., Müller, B., 2016., Sprach- und Kulturlernen mit Sprach–Fach–Netzen: Arbeit an diskontinuierlichen Darstellungsformen, In: Alexis Feldmaier and Annett Eichstaedt (Hrsg.): Lernkulturen - Schriftsprache in DaZ - Grammatik - Sprachliche Anforderungen in den Fächern. 41. Jahretagung des Fachverbandes Deutsch als Fremd- und Zweitsprache an der Universität Münster 2014. (MatDaF-Band 94). Göttingen.

Michalak M., 2015. "Die machen aber Musik so wie ich". Adressatenorientierung in Grafikbeschreibungen In: Rösch, H., Webersik, J. (Hrsg.): Deutsch als Zweitsprache - Erwerb und Didaktik Stuttgart: Filibach bei Klett.

Michalak, M., Lemke, V., Goeke, M., 2015. Sprache im Fachunterricht. Ein Studienbuch. Tübingen.

Michalak, M., 2014. Sprache als Lernmedium im Fachunterricht. Baltmannsweiler.

Michalak, M., Kuchenreuther, M. (Hrsg.), 2012. Grundlagen der Sprachdidaktik Deutsch als Zweitsprache. Baltmannsweiler.

Milbert, A., 2012. Vom Konzept der Nachhaltigkeitsindikatoren zum System der regionalen Nachhaltigkeit. Informationen zur Raumentwicklung. Vol. 1. 2013. 42.

Miller, P., 2010. Die Intelligenz des Schwarms. Was wir von Tieren für unser Leben in einer komplexen Welt lernen können. Frankfurt am Main.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein- Westfalen (Hrsg.), 2007. Standardsicherung – abitur.nrw 2007. Erdkunde – Übersicht über die Operatoren.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein- Westfalen (Hrsg.), 2011. Kernlehrplan für die Hauptschule in Nordrhein- Westfalen. Gesellschaftslehre – Erdkunde, Geschichte/Politik.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein- Westfalen (Hrsg.), 2014. Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/ Gesamtschule in Nordrhein- Westfalen. Geographie.

Mitchell, M., 2009. Complexity: A Guided Tour, Oxford.

Müller, B., Michalak, M., 2015, Umgang mit diskontinuierlichen Darstellungsformen? Ein fächerübergreifender Ansatz. In: Bresges, A., Dilger, B., Hennemann, T., König, J., Lindner, H., Rohde, A., Schmeinck, D. (Hrsg.): Kompetenzen perspektivisch. Terminologische, exemplarische und strukturelle Klärungen in der LehrerInnenbildung. Münster, New York.

Müller-Mahn, D., 2006. Wasserkonflikte im Nahen Osten – eine Macht-

frage. Geographische Rundschau 58 (2), 40–48.

Nestler, R., 2016. Große Bleiche am großen Riff. Great Barrier Reef in Australien. Der Tagesspiegel.

Nørretranders, T., 1994. Spüre die Welt. Die Wissenschaft des Bewusstseins. Reinbek.

Novak, J.D., Gowin, D. B., 1984. Learning how to learn. Cambridge.

Novak, J.D., Cañas, A.J., 2006. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>, 2015–11–12.

Novak, J.D., Cañas, A.J., 2006. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC Cmap Tools 2006-01 Rev 01–2008, Florida.

Ochoa Garcia, H., Bürkner, H.–J. (Hrsg.), 2012. Gobernanza y gestión del agua en el occidente de México. La metrópoli de Guadalajara. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, Guadalajara.

Ohl, U., 2009. Partizipationsprojekte mit Schülern in der großstädtischen Stadtentwicklung - Herausforderungen und Bewältigungsstrategien. In: Flath, M., Schockemöhle, J. (Hrsg.), Regionales Lernen - Kompetenzen fördern und Partizipation stärken. HGD, Weingarten (= Geographiedidaktische Forschungen), 50–62.

Ohl, U., 2013a. Komplexität. In: Böhn, D., Obermaier, G. (Hrsg.), Wörterbuch der Geographiedidaktik. Braunschweig, 160–161.

Ohl, U., 2013b. Komplexität und Kontroversität. Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. Praxis Geographie 43 (3), 4–8.

Ohl, U., 2013c. Partizipation. In: Böhn, D., Obermaier, G. (Hrsg.), Wörterbuch der Geographiedidaktik. Braunschweig, 212–213.

Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., 2004. Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching* 41 (10), 994–1020.

Ossimitz, G., 2002. Systematisches Denken braucht systematische Darstellungsmittel. In P. Milling (Hrsg.). *Entscheiden in komplexen Systemen. Wissenschaftliche Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik vom 29. und 30. September 2000 in Mannheim. Wirtschafts- und Sozialkybernetik und Systemanalyse*. 20. Berlin, 161–173.

O’Sullivan, D., 2002. Toward Micro-Scale Spatial Modeling of Gentrification. *Journal of Geographical Systems*. 4 (3): 251–274.

Parsons, T., 1951. *The Social System*. Glencoe, IL.

Page, S. E., 2010. *Diversity and Complexity*, Princeton.

Pagel, H., 1989. *The Dream of Reason: The Computer and the Rise of the Science of Complexity*. New York.

Parnreiter, Ch., 2015. 20 Jahre NAFTA. Mexikos gescheitertes upgrading in globalen Güterketten. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*. Volume 57, Issue 1-2. 216–236.

Parnreiter, Ch., 1997. *Historische Geographien, verräumlichte Geschichte: Mexico City und das mexikanische Städtenetz von der Industrialisierung bis zur Globalisierung*. Steiner.

Parsons, T., Shils, E.A., 1951. *Toward a General Theory of Action*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Petrik, A., 2007. *Von den Schwierigkeiten, ein politischer Mensch zu werden. Konzept und Praxis einer genetischen Politikdidaktik*, Opladen/Farmington Hills.

Portugali, J., 2011. *Complexity, Cognition and the City. Understanding Complex Systems*. Berlin.

Reich, H. H., Roth, H. J., Gantefort, C., 2008. Auswertungshinweise „Der Sturz ins Tulpenbeet“. In T. Klinger, K. Schwippert, & B. Leiblein (Hrsg.), *Evaluation im Modellprogramm FörMig. Planung und Realisierung eines Evaluationskonzepts*. Münster. 209–226.

Redder, A., 2012. Rezeptive Sprachfähigkeit und Bildungssprache – Anforderungen in Unterrichtsmaterialien. In: Doll, Jörg; Frank, Keno; Fickermann, Detlef; Schwippert, Knut (Hrsg.): *Schulbücher im Fokus. Nutzungen, Wirkungen und Evaluationen*. Münster. 83–99.

Rempfler, A., Uphues, R., 2010. Sozialökologisches Systemverständnis: Grundlage für die Modellierung von geographischer Systemkompetenz. *Geographie und ihre Didaktik* 38 (4), 205–217.

Renkl, A., Gruber, H., Mandl, H., Hinkhofer, L., 1994. Hilft Wissen bei der Identifikation und Kontrolle eines komplexen ökonomischen Systems? *Unterrichtswissenschaft*, 22 (3), 195–202.

Rieß, W. & Mischo, C., 2008. Entwicklung und erste Validierung eines Fragebogens zur Erfassung des systemischen Denkens in nachhaltigkeitsrelevanten Kontexten. In: I. Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung – Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*. 215–232.

Rösch, A. 2009. *Kompetenzorientierung im Philosophie- und Ethikunterricht*. Zürich und Berlin: Lit 2009.

Rueda-Lujano, F., García-Salas, J.C. , León- Rodríguez, T.S., 2010. Master program for integrated storm water management in the Great Guadalajara, Mexico *Gestion intégrée des eaux pluviales du Grand Guadalajara, Mexique*. Infraestructura Hidráulica y Servicios, S.A. de C.V .

Rubenstein, J.M., 1996. *The Cultural Landscape. An Introduction to Human Geography*. Upper Saddle River, NJ.

Sadler, T., D., 2004. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (5). 513–536.

Schramke, W., 1999. Concept Mapping. Schüler strukturieren ihr Wissen. *Praxis Geographie*, 29 (7/8), 18–23.

Siegel, H., 1995. Why should educators care about argumentation? *Informal Logic*, 17, 159–176.

Sitte, Ch., 2011. Maturafragen NEU (!?) – eine schrittweise Annäherung an eine kompetenzorientierte Form in Geographie und Wirtschaftskunde, Anhang 4: Operatorenliste.- In: *GW-Unterricht*, 124, 9–41.

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung – Abteilung Gymnasium (Hrsg.), 2010. Der Lehrplan für das Gymnasium in Bayern im Überblick.

Sternfeld, E., 1997. Beijing: Stadtentwicklung und Wasserwirtschaft: sozioökonomische und ökologische Aspekte der Wasserkrise und Handlungsperspektiven. TU Berlin (Berliner Beiträge zu Umwelt und Entwicklung 15).

Strauss, A., Corbin, J., 1996. *Grounded theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Weinheim.

Strübing, J. 2008. Pragmatismus als epistemische Praxis. Der Beitrag der Grounded Theory zur Empirie-Theorie-Frage, In: Herbert Kalthoff; Stefan Hirschauer; Gesa Lindemann (Hrsg.): *Theoretische Empirie. Zur Relevanz qualitativer Forschung*, Frankfurt/M, 279–311.

Tschekan, K., 2011. *Kompetenzorientiert unterrichten. Eine Didaktik*. Berlin.

Toledo, C.H., 2001. Summary of the Seminar Water in Mexico: Government Objectives and Opportunities for Private Investment July 12-13, 2001. The Institute of the Americas
www.hdc.com.mx

Toulmin, S.E., 1996. *Der Gebrauch von Argumenten*. Weinheim.

Toulmin, S.E., 2003. *The Uses of Argument*. Updated Edition. Cam-

bridge.

Wagner, L., 2012. Stabil, ungerecht und abhängig: Mexikos Wirtschaft vor großen Herausforderungen. Heinrich-Böll-Stiftung.
<https://www.boell.de/de/navigation/lateinamerika-mexiko-wirtschaft-14195.html>

Walton, D.N., 1992. *Plausible Argument in Everyday Conversation*. Albany/NY.

Walton, D.N., 1996a. *Argumentation Schemes for Presumptive Reasoning*. Mahwah/NJ.

Walton, D.N., 1996b. *Argument Structure*. Toronto.

Walton, D.N., 1996b. *Arguments from ignorance*. University Park/PA.

Walton, D.N., 2004. *Relevance in Argumentation*. Mahwah/NJ.

Walton, D.N. 2008. *Informal Logic. A Pragmatic Approach*. Cambridge.

Weichhart, P., 2007. Das Drei-Säulen-Modell der Geographie in: Gebhardt et al: *Geographie*.

Weinert, F.E. (Hrsg), 2001. *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim/Basel.

Whiteford, S., R. Melville, (Hrsg)., 2002. *Protecting a sacred gift: water and social change in Mexico*. Center for U.S.–Mexican Studies, California, USA.

Wilder, M., 2008. Equity and water in Mexico's changing institutional landscape. In J. M. Whiteley, H. Ingram, and R. Warren Perry, editors. *Water, place, and equity*. Cambridge, Massachusetts, USA. 95–116.

Wilder, M., P. Romero Lankao., 2006. Paradoxes of decentralization: neoliberal reforms and water institutions in Mexico. *World Development* 34(11). 1977–1995.

Wittgenstein, L., 1981. Philosophische Untersuchungen. Frankfurt am Main.

WWF, 2014. Living Planet Report 2014: WWF schlägt Alarm für den Planeten. <http://www.wwf.at/de/living-planet-report-2014>.

Wohlrapp, H., 1995. Argumentative Geltung. In: Ders. (Hrsg.), Wege der Argumentationsforschung. Stuttgart, 280–297.

o.A., 2014. Simulation der Räuber-Beute Populationsdynamik. <http://www.tik.uni-stuttgart.de/dienste/labor/beispiele/prey/>, (22.03.16).

Zehner, C., 2011. Alternative Formen des lokalen Wassermanagements in der Metropolregion Guadalajara –Potenziale und Risiken nicht-staatlicher Versorgung in Alfaro, Imilan, Sanchez (eds.) Urbanes Lateinamerika nach dem Verstädterungsrausch, Berlin.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Übersicht der Themeninhalte der Forschungsarbeit, Quelle: eigene Darstellung	12
2.2	Übersicht der Themeninhalte: Kompetenzstufenmodell und Argumentation, Quelle: eigene Darstellung	14
2.3	Übersicht der Themeninhalte der Forschungsarbeit, Quelle: eigene Darstellung	15
2.4	Visualisierung des gesamten Forschungsvorgehens (Kapitelnummern in den Kästen), Quelle: eigene Darstellung	17
3.1	Buchstabenfolge zur Illustration von Komplexität, Quelle: eigene Darstellung nach Nørretrander (1997)	25
3.2	Komprimierbarkeit von Binärzahlen nach algorithmischer Informationstheorie, Quelle: eigene Darstellung nach Nørretrander (1997)	27
3.3	Grafische Darstellung von Ordnung – Chaos – Komplexität, Quelle: eigene Darstellung nach Nørretranders (1997: 117)	28
3.4	Partiturausschnitt der 6. Symphonie von Beethoven,	29
3.5	Systemkonzept der Systemtheorie, Quelle: Glatter, 2012: 19; Egner, 2008: 57ff.	35
3.6	Beispiel einer Modellierung eines <i>Komplexen Systems</i> , Quelle: Milbert, 2012: 46	36
3.7	<i>Modell Komplexe Systeme (MKS)</i> , Quelle: eigene Darstellung	39
3.8	Operationalisierung des <i>MKS'</i> , Quelle: eigene Darstellung	43
3.9	Basiskonzepte der Analyse von Räumen, Quelle: DGfG, 2014: 11	46

3.10	Kompetenzstufenmodell zur <i>Darstellung Komplexer Systeme (KSM)</i> , Quelle: eigene Darstellung	49
3.11	vereinfachtes Kompetenzstufenmodell zur <i>Darstellung Komplexer Systeme (KSM)</i> , Quelle: eigene Darstellung	51
4.1	Darstellung des Argumentationsmodell nach Toulmin, Quelle: eigene Darstellung nach Toulmin (1996)	58
4.2	1. Teil der Argumentenklassen, Quelle: eigene Darstellung nach Walton, 1992, 1996, 2004, 2008; van Eemeren & Grootendorst, 1987, 1992; Kienpointer, 1992	59
4.3	2. Teil der Argumentenklassen, Quelle: eigene Darstellung nach Walton, 1992, 1996, 2004, 2008; van Eemeren & Grootendorst, 1987, 1992; Kienpointer, 1992	62
4.4	Gütekriterien einer Argumentation, Quelle: eigene Darstellung	64
4.5	Stufenmodell der Argumentationskompetenz nach Budke, Quelle: Budke et al., 2010	65
4.6	Argumentationen in <i>Komplexen Systemen</i> anhand des <i>MKS'</i> , Quelle: eigene Darstellung	67
5.1	Karte der Wasserversorgung in der Metropolregion Guadalajara, Quelle: Jonathan Otto	73
5.2	Bevölkerungsentwicklung der Metropolregion, Peripherie und Kernstadt Guadalajaras, Quelle: INEGI, 2014	75
5.3	Beispiel für Abwasserentsorgung in Mittelschicht- Wohnquartieren, Quelle: eigenes Foto	77
5.4	Siedlungen der unteren und mittleren Mittelschicht, Quelle: eigenes Foto	77
5.5	Wasserkonsumenten der Metropolregion Guadalajaras, Quelle: Hanhausen & Doménech Consultores, 2001: 20	78
5.6	Wasserqualität in der Metropolregion, Quelle: Hanhausen & Consultores, 2005: 5; Toledo, 2001: 5	79
5.7	Die Organisation des Wassermanagements in Mexiko, Quelle: eigene Darstellung	80

5.8	Die Elemente der Trinkwasserproblematik in Guadalajara nach dem <i>MKS</i> (Abbildung 3.7, Quelle: eigene Darstellung nach 5.2)	83
5.9	Der Vernetzungsgrad der Trinkwasserproblematik in Guadalajara nach dem <i>MKS</i> (Abbildung 3.7, Quelle: eigene Darstellung nach 5.2)	85
5.10	Die raumzeitliche Dynamik der Trinkwasserproblematik in Guadalajara nach dem <i>MKS</i> (Abbildung 3.7), Quelle: eigene Darstellung nach 5.2)	87
6.1	Forschungsdesign der empirischen Erhebung, Quelle: eigene Darstellung	91
6.2	Station <i>virtuelles Wasser</i> aus der Exkursion <i>Wasser in Guadalajara</i>	93
6.3	Station <i>Wasserkreislauf</i> aus der Exkursion <i>Wasser in Guadalajara</i> mit Aufgabe	94
6.4	Beispielbewohner der Station <i>vive Guadalajara</i> aus der Exkursion <i>Wasser in Guadalajara</i>	95
6.5	Codebaum nach dem <i>KSM</i> , eigene Darstellung	97
6.6	Beispiel der Kodierung der Schüler*innentexte, Quelle: eigene Darstellung	98
6.7	Design der Datenauswertung, Quelle: eigene Darstellung	99
6.8	Textcharakterisierung der Schüler*innentexte, Quelle: eigene Darstellung	100
6.9	Beispiel der Kodierung von Textpassagen der Schüler*innentexte nach dem Argumentationsmodell von Budke et al. (2010), Quelle: eigene Darstellung	105
7.1	Anteil der Aspekte eines <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung	110
7.2	Anteil der Auswertungskategorien in verschiedenen Textformen der Schüler*innentexte, Quelle: eigene Darstellung	111
7.3	Bewertung der <i>Elemente</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung	113

7.4	Anzahl und Bewertung der <i>Akteure</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten (N=Gesamtnennung des Aspekts in Schüler*innentexten), Quelle: eigene Darstellung	114
7.5	Verteilung der Bewertung der <i>Akteure</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung	115
7.6	Verteilung der Dominanz der <i>Akteure</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung	116
7.7	Dominanz der <i>Akteure</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten (N=Gesamtnennung des Aspekts in Schüler*innentexten), Quelle: eigene Darstellung	117
7.8	Anzahl und Bewertung der <i>Faktoren</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten (N=Gesamtnennung des Aspekts in Schüler*innentexten), Quelle: eigene Darstellung	119
7.9	Verteilung der bewerteten <i>Faktoren</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung	120
7.10	Anzahl und Bewertung der <i>Strukturen</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung	121
7.11	Verteilung der bewerteten <i>Strukturen</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung	122
7.12	Anzahl und Bewertung der <i>Systembeziehungen</i> des <i>Komplexen Systems</i> in den Schüler*innentexten (N=Gesamtnennung des Aspekts in Schüler*innentexten), Quelle: eigene Darstellung	123
7.13	Anzahl weiterer Aspekte des <i>Vernetzungsgrades</i> der Trinkwasserproblematik in Guadalajara in Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung	125
7.14	Anzahl und Kategorien der Nennungen der <i>raumzeitlichen Dynamik</i> der Trinkwasserproblematik in Guadalajara in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung	129

7.15 Verteilung der Kompetenzstufen nach dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) in den Schüler*innentexten unter der Berücksichtigung der Erarbeitungsform, 1. Stufe: keine bis wenige Elemente/Aspekte des Vernetzungsgrades/ raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 2. Stufe: einige Elemente/wenige Aspekte des Vernetzungsgrades/ raumzeitliche Dynamik werden genannt, 3. Stufe: wesentliche Elemente/ überwiegend lineare Systembeziehungen, sonst keine/ wenige Aspekte des Vernetzungsgrades/ Organisationsprozesse in zeitlicher/ räumlicher Entwicklung, sonst keine/ wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 4. Stufe: hohe Anzahl an Elementen/ verschiedene Systembeziehungen und weitere Aspekte des Vernetzungsgrades/verschiedene Aspekte der raumzeitlichen Dynamik wird genannt, Quelle: eigene Darstellung 132

7.16 Verteilung der Kompetenzstufen in der Kategorie *Elemente* nach dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) in den Schüler*innentexten unter der Berücksichtigung der Erhebungsformen, 1. Stufe: keine bis wenige Elemente werden genannt, 2. Stufe: einige Elemente werden genannt, 3. Stufe: wesentliche Elemente werden genannt, 4. Stufe: hohe Anzahl an Elementen wird genannt, Quelle: eigene Darstellung 134

7.17 Verteilung der Kompetenzstufen in der Kategorie *Vernetzungsgrad* nach dem *KSM* (vgl. Abbildung 3.10) in den Schüler*innentexten unter der Berücksichtigung von Erhebungsformen, 1. Stufe: keine bis wenige Aspekte des Vernetzungsgrades werden genannt, 2. Stufe: wenige Aspekte des Vernetzungsgrades werden genannt, 3. Stufe: überwiegend lineare Systembeziehungen, sonst keine/wenige Aspekte des Vernetzungsgrades werden genannt, 4. Stufe: verschiedene Systembeziehungen und weitere Aspekte des Vernetzungsgrades werden genannt, Quelle: eigene Darstellung 136

<p>7.18 Verteilung der Kompetenzstufen in der Kategorie <i>raumzeitliche Dynamik</i> nach dem <i>KSM</i> (vgl. Abbildung 3.10) in den Schüler*innentexten unter der Berücksichtigung von Erhebungsformen, 1. Stufe: keine bis wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 2. Stufe: einige bis wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 3. Stufe: Aspekte der Organisationsprozesse in zeitlicher/räumlicher Entwicklung, sonst keine/wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 4. Stufe: verschiedene Aspekte der raumzeitlichen Dynamik wird genannt, Quelle: eigene Darstellung</p>	<p>137</p>
<p>7.19 Die häufigst genannten Kernbegriffe zur Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als <i>Komplexes System</i> in den Kategorien in den Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung</p>	<p>139</p>
<p>7.20 Anteil der zehn häufigst genannten Kernbegriffe zur Darstellung der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als <i>Komplexes System</i> an den Kompetenzstufen des <i>KSMs</i> (vgl. Abbildung 3.10), 1. Stufe: keine bis wenige Elemente/Aspekte des Vernetzungsgrades/raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 2. Stufe: einige Elemente/ wenige Aspekte des Vernetzungsgrades/raumzeitliche Dynamik werden genannt, 3. Stufe: wesentliche Elemente/ überwiegend lineare Systembeziehungen, sonst keine/ wenige Aspekte des Vernetzungsgrades/ Organisationsprozesse in zeitlicher/räumlicher Entwicklung, sonst keine/ wenige Aspekte der raumzeitlichen Dynamik werden genannt, 4. Stufe: hohe Anzahl an Elementen/ verschiedene Systembeziehungen und weitere Aspekte des Vernetzungsgrades/ verschiedene Aspekte der raumzeitlichen Dynamik wird genannt, Quelle: eigene Darstellung</p>	<p>141</p>
<p>7.21 Verteilung der häufigst genannten Kernbegriffe auf Kategorien des <i>KSMs</i> mit Standardabweichung in Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung</p>	<p>142</p>
<p>7.22 Inhaltsfelder der Kernbegriffe in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als <i>Komplexes System</i> in Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung</p>	<p>143</p>
<p>7.23 Verteilung der Inhaltsfelder auf die Kompetenzstufen des <i>KSMs</i> in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als <i>Komplexes System</i> in Schüler*innentexten, Quelle: eigene Darstellung</p>	<p>144</p>

7.24	Verteilung der Argumentation in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als <i>Komplexes System</i> in Schüler*innentexten, Textpassage mit argumentativen Elementen bedeutet, dass mindestens eine Meinungsäußerung vorhanden ist, Quelle: eigene Darstellung . . .	148
7.25	Verteilung der Erarbeitungsformen auf das Argumentationsstufenmodell nach Budke et al. (2010) in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als <i>Komplexes System</i> in Schüler*innentexten, Stufe 1: Meinungsäußerung ohne Begründung; Stufe 2: Meinungsäußerung mit ungeeigneten, nicht relevanten oder ungültiger Belegen, ohne Adressatenberücksichtigung; Stufe 3: Meinungsäußerung mit überwiegend geeigneten, relevanten und gültigen Belegen, Adressatenberücksichtigung, jedoch sehr einfach; Stufe 4: Meinungsäußerung mit überwiegend geeigneten, relevanten und gültigen Belegen, Adressatenberücksichtigung, komplex, Quelle: eigene Darstellung	149
7.26	Illustration des Vernetzungsgrades mit Hilfe der Argumentationsstruktur nach Toulmin (1996), Quelle: eigene Darstellung	150
7.27	Die häufigsten Kernbegriffe in den Darstellungen der Trinkwasserproblematik in Guadalajara als <i>Komplexes System</i> in Schüler*innentexten verteilt auf die Kompetenzstufen des Argumentationsstufenmodells nach Budke et al. (2010), Quelle: eigene Darstellung	151

11 Anhang

11.1 Anfangstest



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Die Insel Macatoa war lange ein Tipp unter Urlaubern, die fern von großen Hotels und Touristenhochburgen Ferien machen wollten. Die Insel ist voller weißer Sandstrände, Palmen, Wasserfällen, Urwald und blauen Lagunen, die zum Tauchen einladen. Die Inselbewohner bieten in kleineren Pensionen und Restaurants typische regionale Produkte an. Abgesehen davon leben sie vor allem von etwas Landwirtschaft und der Herstellung von Produkten, die sie auf dem Festland verkaufen. Es leben fast nur noch ältere Menschen und einige Kinder auf der Insel, da die jungen Menschen die Insel verlassen, um auf dem Festland zu arbeiten. Macatoa hatte bisher nur einen kleineren Hafen, an dem wenige Schiffe mit Touristen ankamen. In diesem Jahr soll ein neuer Flughafen gebaut werden, der es auch anderen Touristen ermöglichen soll, die Insel zu besuchen.



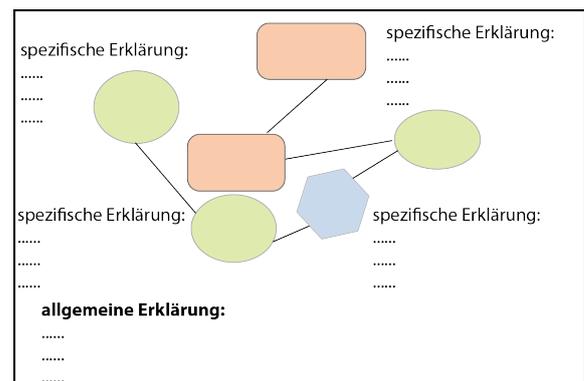
Diskutieren Sie mit Hilfe eines Schemas (siehe rechts) die folgenden Thesen!

Verwenden Sie unterschiedliche Symbole (Kreise, Rechtecke u.ä.), um Faktoren oder beteiligte Personen darzustellen sowie Pfeile und Linien, um die Beziehungen zu verdeutlichen.

Bitte erläutern Sie in Stichpunkten am Rand Ihrer Elemente oder der Grafik Ihre Überlegungen!

Beachten Sie, dass Sie insgesamt nur 15 Minuten Zeit für beide Thesen haben.

Beispielschema:



Thesen:

1. Tourismus ist eine Chance für die wirtschaftliche Entwicklung einer Region.
2. Diskutieren Sie, welche Auswirkungen es für eine Insel haben kann, wenn ein Flughafen gebaut wird, der vorwiegend von Urlaubsfliegern genutzt wird.



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Die Alpen sind in Europa eines der beliebtesten Wintersportziele. Die landschaftliche Schönheit, Sehenswürdigkeiten und die besonderen klimatischen Verhältnisse der Alpen ermöglichen über einen langen Zeitraum Skiurlaub in Frankreich, Schweiz, Österreich, Italien, Deutschland und Lichtenstein. Viele Hotels, Pensionen, Restaurants und weitere touristische Angebote ermöglichen einen luxuriösen Aufenthalt. Die höchsten Gipfel Mitteleuropas bieten malerische Blicke über eine einzigartige Region. Für Abenteurer bis Luxusurlauber bieten die Alpen eine Möglichkeit der Erholung.



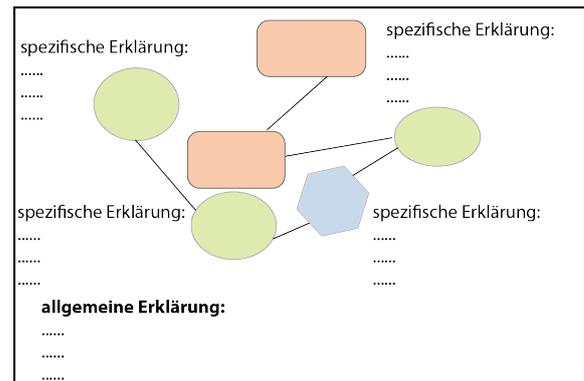
Diskutieren Sie mit Hilfe eines Schemas (siehe rechts) die folgenden Thesen!

Verwenden Sie unterschiedliche Symbole (Kreise, Rechtecke u.ä.), um Faktoren oder beteiligte Personen darzustellen sowie Pfeile und Linien, um die Beziehungen zu verdeutlichen.

Bitte erläutern Sie in Stichpunkten am Rand Ihrer Elemente oder der Grafik Ihre Überlegungen!

Beachten Sie, dass Sie insgesamt nur 15 Minuten Zeit für beide Thesen haben.

Beispiel:



Thesen:

1. Schneekanonen in alpinen Regionen verlängern die Saison und sind deshalb gut für den Tourismus.
2. In einigen Regionen gibt es vorwiegend All-Inclusive Hotels. Diskutiere welche Auswirkungen könnte das auf die lokale Entwicklung einer Region haben?

11.2 Arbeitsblätter der Erarbeitungsphase

Gruppe mit Argumentationsfokus

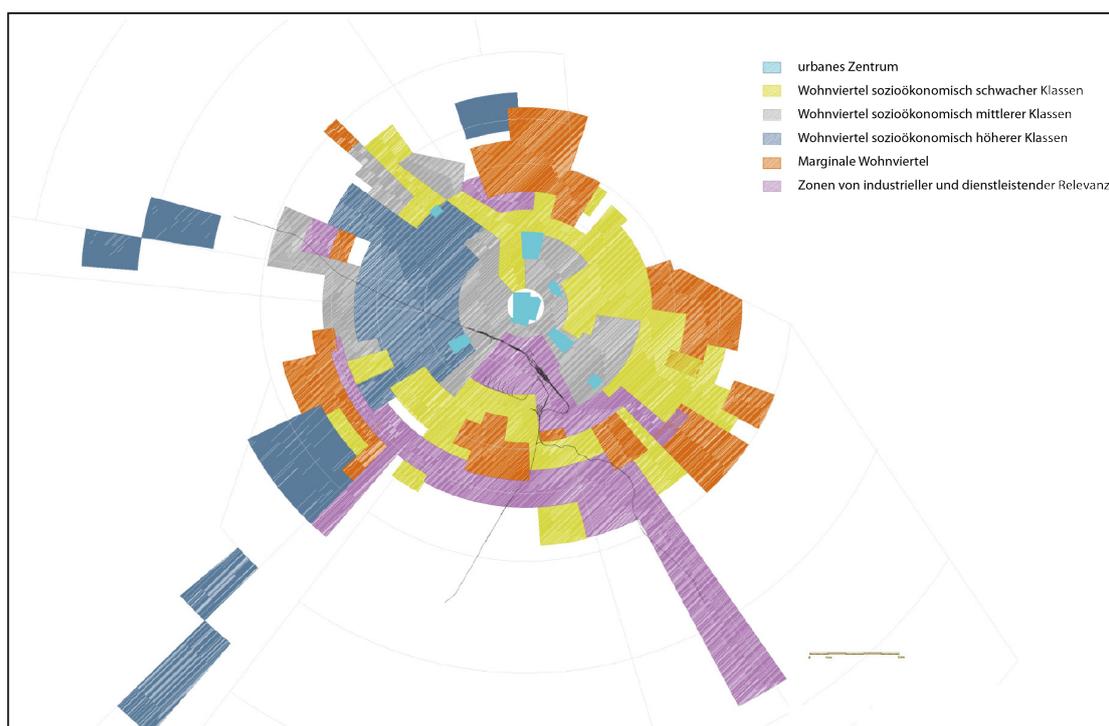
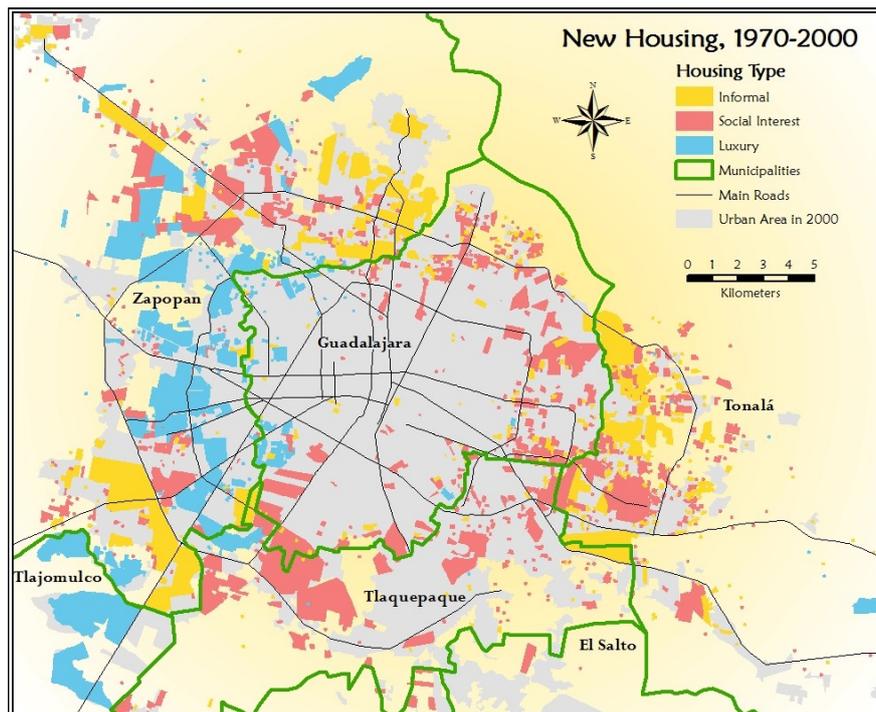


Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Wohnen in Guadalajara

Stadtstruktur

1. Beschreiben Sie anhand der Karten die Wohnstruktur der Stadt Guadalajara!





Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

3. Verorten Sie die folgenden Bilder auf der Karte Guadalajaras und begründen Sie Ihre Wahl! Nutzen Sie dafür das Arbeitsblatt mit den Argumentationshilfen. Zeichnen Sie dazu die Nummer des Bildes auf der Karte ein. Verwenden Sie zur Hilfe Ihre Ergebnisse der vorangegangenen Aufgaben.

			
Abb. 1	Abb. 2	Abb. 3	Abb. 4
			
Abb. 5	Abb. 6	Abb. 7	Abb. 8



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Argumentationshilfe

Fünf Schritte zur Argumentation

Fünf Sätze bilden die Argumentation.

1.	Einleitung	Aufmerksamkeit erregen
2. - 4.	Beweisführung	überzeugende Argumentation in drei Schritten
5.	Schlussatz	prägnante Hauptaussage

Wie formulieren Sie eine Argumentation?

Zur Formulierung Ihrer Argumentation beginnen Sie bitte mit dem **Schlussatz**. Dieser beinhaltet Ihre Kernaussage und ist eine Zusammenfassung der verschiedenen Aspekte und Ihrer Argumentationsstrategie. Er umfasst **einen** Satz.

Für Ihre Beweisführung entscheiden Sie sich bitte für eine passende Strategie beziehungsweise Struktur und formulieren Sie diese in **drei** Sätzen. Achten Sie darauf, dass durch die Verwendung passender Konjunktionen, Ihre Argumentation klarer und prägnanter wird.

Abschließend formulieren Sie **einen** **Einleitungssatz**, der die Aufmerksamkeit auf Sie lenkt und für Ihre Argumentation interessiert.

1. Schlussatz	1a. Formulieren Sie zunächst, was Sie erreichen wollen (Hauptaussage): <hr/> <hr/>
	1b. Fassen Sie Ihre Hauptaussage in einem Satz zusammen: <hr/> <hr/>
2. - 4 Beweisführung*	2. Argument durch Beispiele und dialektisches Argument
5. Einleitung	3. Formulieren Sie einen passenden und aufmerksam machenden Einleitungssatz: <hr/> <hr/>



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

*Beweisführung

Argument	Struktur	Mögliche Formulierungen
Argument durch Beispiele		
Aneinanderreihung von Beispielen	additiver und argumentativer Zusammenhang	<i>erstens ..., zweitens ..., drittens ...</i> <i>zum einen ..., zum anderen ..., darüber hinaus ...</i> <i>einerseits ..., andererseits ..., zudem ...</i>
Argumentative Beispiele	Chronologisch oder logischer Zusammenhang	<i>früher ..., heute ..., morgen ...</i> <i>wenn 1., dann 2. und wenn 2. dann natürlich auch 3.</i> <i>Es leuchtet ein, dass Dies führt zu Daraus wird klar, dass</i>
Dialektisches Argument		
Ausklammern	1. Argument nennt gegnerisches Argument 2. Argument entkräftet 1. Argument 3. verstärkt Meinung des 2. Arguments	<i>Man könnte die Meinung vertreten, dass Dabei wird außer Acht gelassen</i> <i>Außerdem</i> <i>Manche sagen Sie übersehen Außerdem</i>
vom Besonderen zum Allgemeinen	1. und 2. Argument voneinander unabhängig 3. allgemein gehaltenes Argument, manchmal neue Wertung des 1. und 2. Arguments	<i>Einerseits Andererseits auch Insgesamt bedeutet das</i> <i>1. zeigt deutlich Zudem ersehen wir aus 2.. All dies legt den Schluss nahe, dass</i>
Kompromiss	1. und 2. gegensätzliche Positionen	<i>Die einen Die anderen</i>

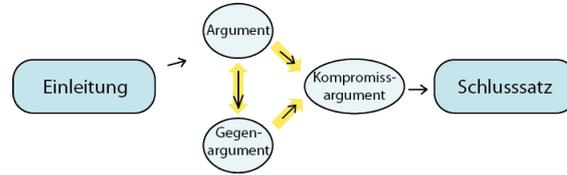


Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

3. verweist auf Gemeinsamkeiten der beiden Positionen als möglichen dritten Weg

Beide sind sich einig in

*Auf der einen Seite
Andererseits hingegen Beiden ist jedoch wichtig, dass*

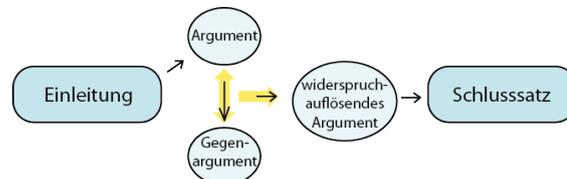


Dialexe

1. und 2. gegensätzliche Positionen
3. bietet einen neuen Weg, der den Widerspruch versucht aufzulösen

*Die einen Die anderen
Beide überzeugen nicht*

*Auf der einen Seite
Andererseits hingegen Dabei lassen beide außer Acht, dass*



Hilfreiche Konjunktionen für Ihre Argumentation

Betrachtet man ...	Ich bin der Meinung, dass ...	Meines Erachtens nach ...	Wenn man davon ausgeht, dass ...	Vorerst ...	Zunächst einmal ...
Als erstes ist zu nennen ...	Dazu kommt, dass ...	Zunächst ...	Des Weiteren ...	Darüber hinaus ...	Erwähnenswert ist auch, dass
Nicht zuletzt ...	Zudem ...	Zusätzlich ...	Positiv/Negativ zu bewerten ist ...	Genauer eingehen möchte ich daher auf, ...	Das spricht dafür, dass ...
Bezüglich des Vorangestellten möchte ich nun ...	Ich bin überzeugt, dass, weil, da ...	demnach ...	wenn ... dennoch ...	falls ... obwohl ...
Zum Schluss möchte ich anmerken, dass ...	Abschließend ist zu sagen, dass ...	Zusammenfassend ist zu sagen, dass ...	Damit komme ich zur Schlussfolgerung, ...	Ich schließe daraus, dass ...	Daraus ergibt sich ...
Unter diesen Bedingungen	Infolgedessen	Folglich	Aus den genannten Gründen ...	Deshalb	Somit

Gruppe ohne Argumentationsfokus

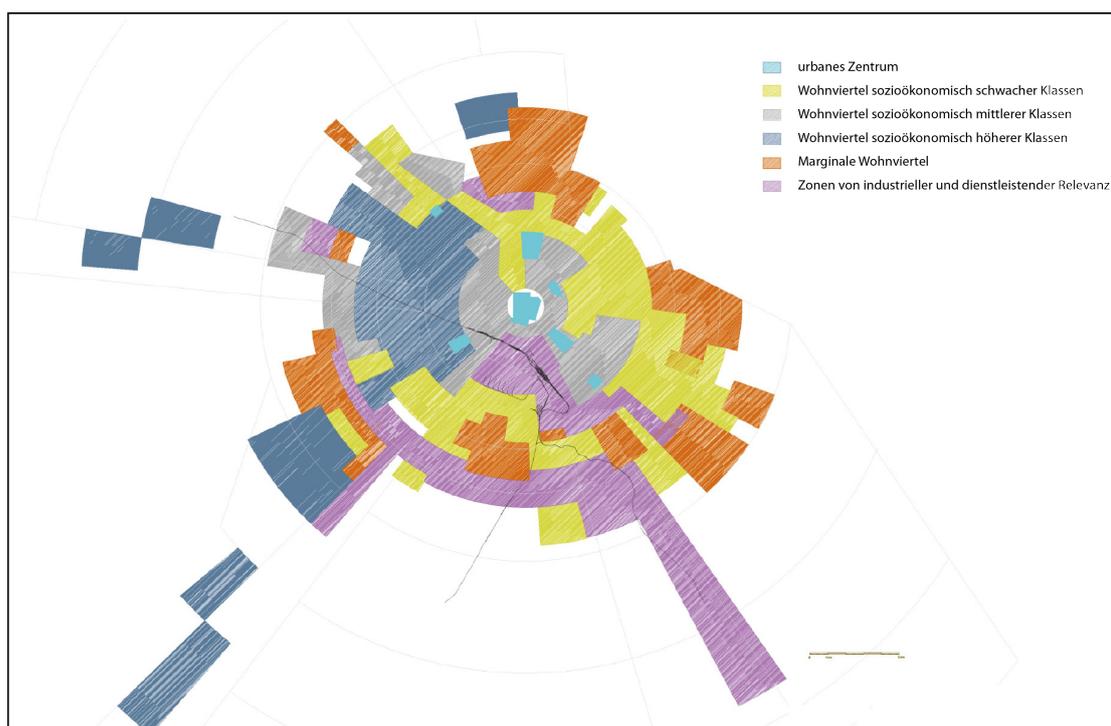
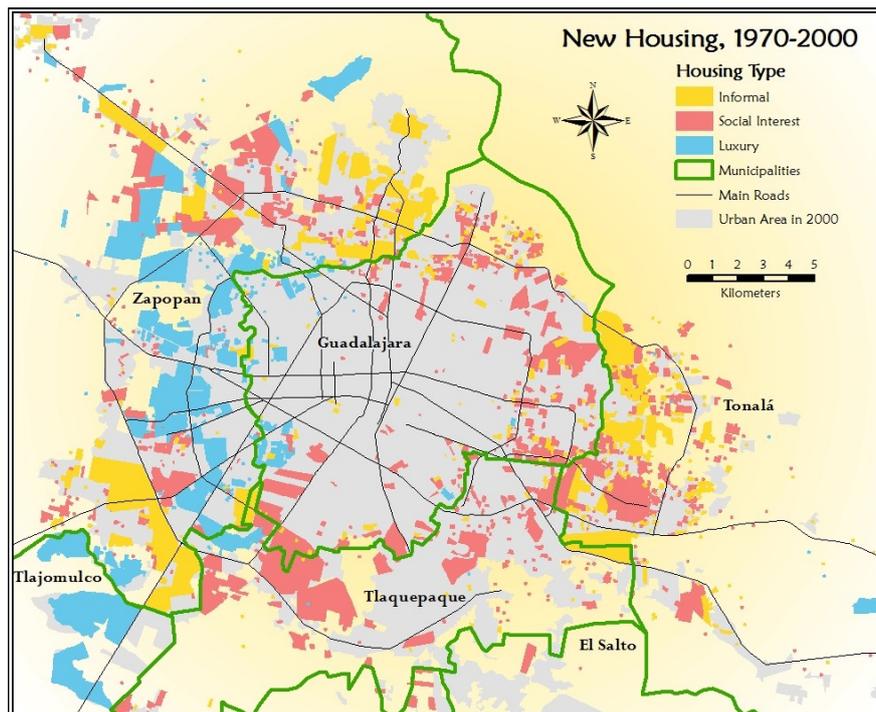


Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Wohnen in Guadalajara

Stadtstruktur

1. Beschreiben Sie anhand der Karten die Wohnstruktur der Stadt Guadalajara!





Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

3. Verorten Sie die folgenden Bilder auf der Karte Guadalajaras und begründen Sie Ihre Wahl! Zeichnen Sie dazu die Nummer des Bildes auf der Karte ein. Verwenden Sie zur Hilfe Ihre Ergebnisse der vorangegangenen Aufgaben.

			
Abb. 1	Abb. 2	Abb. 3	Abb. 4
			
Abb. 5	Abb. 6	Abb. 7	Abb. 8

11.3 Arbeitsblätter der Gruppenphase

Gruppe mit Argumentationsfokus



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Gruppendiskussion

Aufgabenstellung

Stellen Sie sich vor, Sie sind MitarbeiterIn eines Think Tank. Sie wurden von der Stadt Guadalajara engagiert, um die Trinkwasserversorgung gänzlich neu zu planen.

Sie arbeiten in einem Team mit 3-4 anderen MitarbeiterInnen (MitschülerInnen) und müssen am Ende, der Stadt ein neues **nachhaltiges** Konzept für die Trinkwasserversorgung vorstellen.

Die Präsentation beinhaltet zum einen eine kurze Präsentation von maximal 5 Minuten vor dem Plenum und zu anderen ein 5-seitiges schriftliches Konzept.

Nutzen Sie für die Neuplanung Ihre Ergebnisse aus den bisherigen Aufgaben sowie die Texte, Diagramme und Abbildungen. Des weiteren können Sie selbstständig recherchieren.

Verwenden Sie in der Diskussion mit Ihren MitarbeiterInnen das Material zur Argumentationshilfe!

Zeitplan

Zeit	Aufgaben
3 min	Einführung
5 min	selbstständige Organisation der Gruppenarbeit
10 min	Sammlung der Daten und Fakten
20 min	Diskussion und Neuplanung
10 min	Vorbereitung der Präsentation
30 min	Präsentationen

Präsentationsformen

1. **Max. 5 minütige** Präsentation vor der Klasse (kurze Eckpunkte der neuen Wasserversorgung und Neuheiten sollen erklärt werden)
2. 5 seitiges ausformuliertes Konzept (gern mit Grafiken versehen) zur neuen Wasserversorgung in Guadalajara



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Aufgabe zur Gruppendiskussion

Stellen Sie sich vor, Sie sind MitarbeiterIn eines Think Tank. Sie wurden von der Stadt Guadalajara engagiert, um die Trinkwasserversorgung gänzlich neu zu planen.

Sie arbeiten in einem Team mit 3-4 anderen MitarbeiterInnen (MitschülerInnen) und müssen am Ende, der Stadt ein neues **nachhaltiges** Konzept für die Trinkwasserversorgung vorstellen.

Die Präsentation beinhaltet zum einen eine kurze Präsentation von maximal 5 Minuten vor dem Plenum und zum anderen ein fünfseitiges schriftliches Konzept.

Nutzen Sie für die Neuplanung Ihre Ergebnisse aus den bisherigen Aufgaben sowie die Texte, Diagramme und Abbildungen. Des Weiteren können Sie selbstständig recherchieren.

Verwenden Sie in der Diskussion mit Ihren MitschülerInnen das Material zur Argumentationshilfe!

Infomaterial zur Wasserversorgung in Guadalajara

Organisation der Wasserversorgung in Guadalajara

Die Versorgungsdefizite in der mexikanischen Metropolregion Guadalajaras sind auf rapides Flächenwachstum, mangelnden Ausbau von Infrastruktur sowie institutionelle Schwächen des Managements zurückzuführen. In der Konsequenz entstehen Teilräume, die von öffentlichen Systemen nicht bzw. unterversorgt sind. Hier entwickeln sich vermehrt alternative Formen lokalen Wassermanagements von nicht-staatlichen Akteuren.

Es gibt aufgrund des zunehmenden Städtewachstums und des damit einhergehenden Flächenwachstums große Probleme beim Ausbau und Betrieb der öffentlichen Wasserinfrastruktur. Deshalb gelingt es den staatlichen Institutionen teilweise nicht, die Wasserversorgung zu steuern. Es existieren verschiedene Stadtgebiete nebeneinander mit unterschiedlich gut ausgebauten und funktionierenden Wasserver- und



entsorgungssystemen. Es gibt Stadtgebiete, die haben jederzeit Wasser mit annehmbarer Qualität



aus der Leitung und dann gibt es Stadtgebiete, die haben nur selten oder gar kein Wasser aus der Leitung. Außerdem gibt es in einigen Gebieten nur sehr schlechte, teilweise gesundheitsgefährdende Wasserqualität. Innerstädtische Gebiete sind selten von den Problemen der Wasserversorgung betroffen. Hingegen Siedlungen



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

am Rande der Stadt besonders stark darunter leiden. Am stärksten betroffen sind informelle Siedlungen, für die sich staatliche Institutionen nicht verantwortlich fühlen. Diese Siedlungen entwickeln dann unabhängig von der offiziellen Infrastruktur alternative Versorgungsungen. Diese nicht-standardisierten Alternativen bezeichnet man als Technological Resesses.

Gesetzlich ist die Wasserversorgung in Mexiko hierarchisch aufgebaut, jedoch sind die verschiedenen Zuständigkeiten und Aufgaben sehr unzureichend definiert beziehungsweise existieren nur auf dem Papier. Zusätzlich leiden die Institutionen unter ständigem Geldmangel, weshalb die Wasserinfrastruktur häufig veraltet oder beschädigt ist.

Wasserverbrauch in Mexiko

Wasserverbrauch ca. 280 – 332 Liter pro Einwohner und Tag in Guadalajara

Woher kommt das Wasser in Guadalajara?

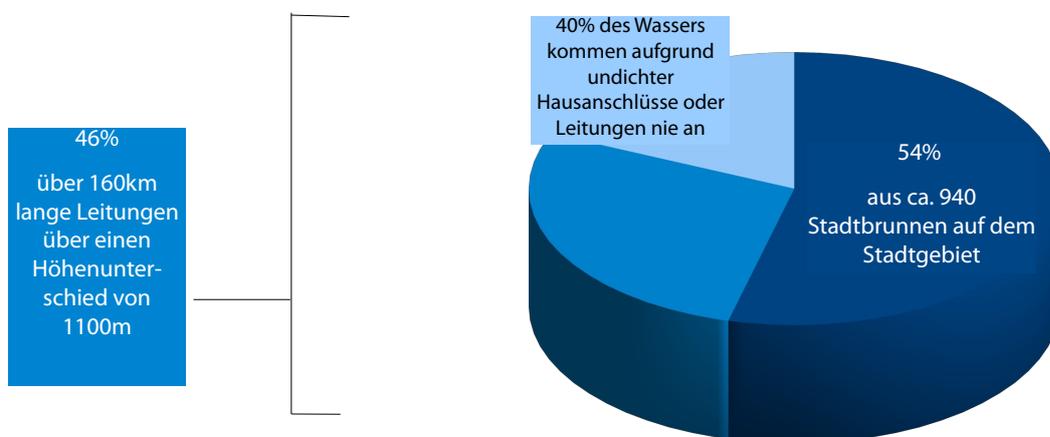
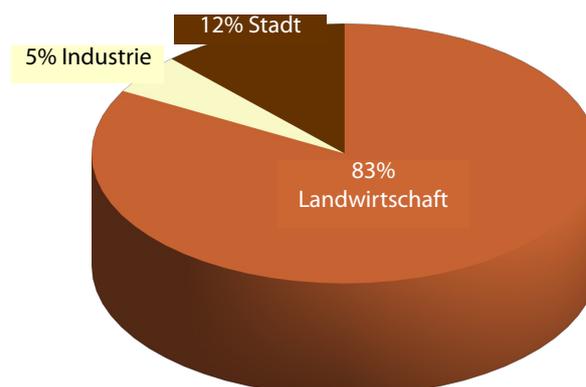


Abb. 1: Quellen des Wassers in Guadalajara

Wer verbraucht das Wasser in Guadalajara?





Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Abb. 2: Verteilung des Wasserverbrauchs auf Landwirtschaft, Industrie und Bevölkerung

Informationstext A

Folgen der Landwirtschaft auf ihre Umgebung

- Übermäßige Düngung mit Stallmist, Gülle oder Mineraldünger führt zur Anreicherung von Stickstoff im Grundwasser.
- Ein hoher Einsatz von Phosphat begünstigt eine Eutrophierung der Gewässer (= die Gewässer 'kippen').
- Gifte (Herbizide, Pestizide, Fungizide) belasten den Boden, das Grundwasser und letztlich Nahrungsmittel. Auf diese Zusätze kann bei einer modernen Landwirtschaft kaum verzichtet werden, da neues Saatgut oft empfindlich ist und erhöhte Gaben an Dünger und Pflanzenschutzmitteln benötigt.
- Das Gewicht großer Traktoren und anderer landwirtschaftlicher Maschinen verdichtet den Boden bis in den Unterboden.
- Der großflächiger Anbau von Monokulturen, wie etwas Soja als Futtermittel führt zum Verlust der Artenvielfalt in der Flora und Fauna. Zum Beispiel zerstören Drainagen häufig Feuchtbiotope.
- Eine unsachgemäße Bewässerung, vor allem in ariden Gebieten, fördert die Versalzung der Oberfläche, da der aufsteigende Bodenwasserstrom Mineralien und Salze nach oben transportiert.

Informationstext B

BDO

Obwohl die Industrie in Mexiko keinen großen Wasserverbrauch hat, produziert sie 6,3 Millionen Tonnen von BDO (biochemical oxygen demand = Biochemischer Sauerstoffbedarf ein Schmutzstoffparameter zur Beurteilung der Verschmutzung von Abwasser) im Jahr. Diese Verschmutzung ist dreimal höher als die Verschmutzung durch städtisches Gebiet.

Wasserqualität

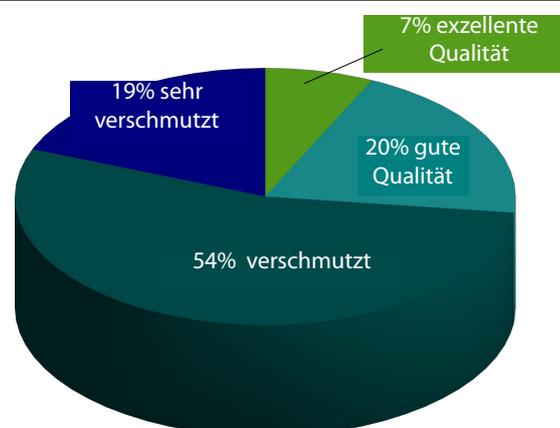
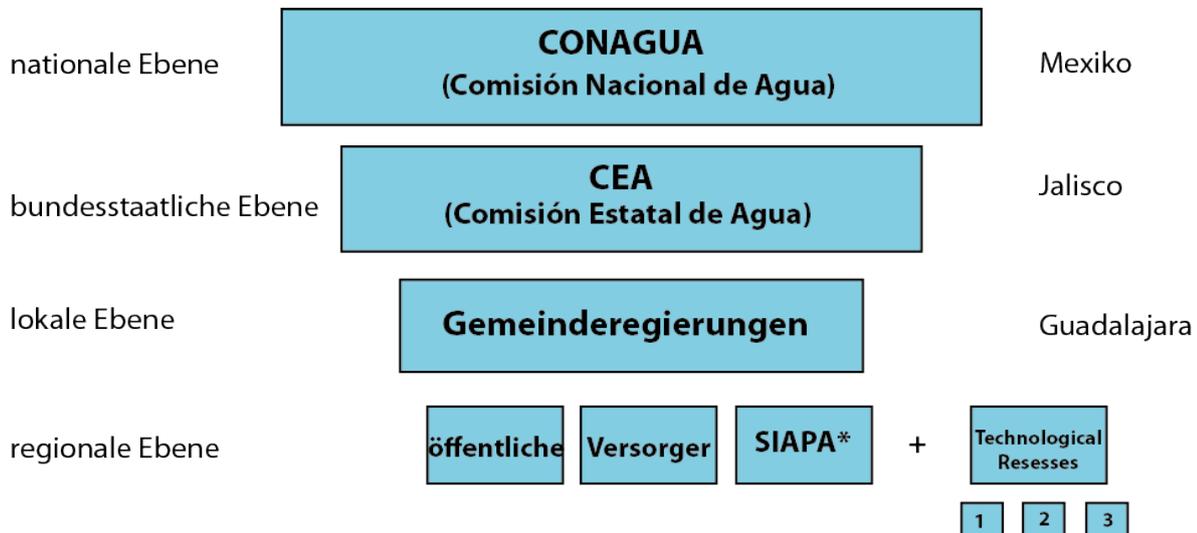


Abb. 3: Wasserqualität in Mexiko



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Organisation der Wasserversorgung



* Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado:

Technological Resesses

- 1 Privatisierter Typ:
 - in suburbanen Wohnsiedlungen
 - durch private Bauträger entwickelte autarke Wasserteilnetze
 - keine Verbindung zum öffentlichen Wassernetz
 - planungsrechtliche vorgeschrieben für solche Wohngebiete
 - Abwasserentsorgung meist durch ungeklärte Einleitung in Oberflächengewässer
 - in der Regel überdurchschnittliches Niveau der Wasserversorgung
- 2 Informeller Typ:
 - ungeklärte Bodenverhältnisse beziehungsweise illegale Besiedlung
 - lokale Institutionen fühlen sich nicht verantwortlich
 - unzureichendes Angebot von öffentlichen Dienstleistungen
 - Selbsthilfe von Bewohnerorganisationen (von unverbindlichen Zusammenschlüssen bis strukturierte Vereinen)
 - Beispiel: Anzapfen von Wasserleitungen, Regenwassernutzung, private Wassertanks
 - häufig nur improvisiert
 - meist unzureichende Versorgungsrate und -qualität
- 3 Institutionalisierte Typ:
 - in Kooperation mit öffentlichen Institutionen
 - in älteren, etablierten Mittelschichtvierteln
 - häufig aufgrund der Unzufriedenheit der Bewohner mit unzureichender Wasserversorgung durch die Stadt
 - unabhängige Organisation häufig in den Vierteln
 - Beispiel: Betrieb lokaler Brunnenanlagen
 - häufig finanziell gefördert
 - teilweise sogar späterer Anschluss an öffentliches Versorgungsnetz

Gruppe ohne Argumentationsfokus



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Gruppendiskussion

Aufgabenstellung

Stellen Sie sich vor, Sie sind MitarbeiterIn eines Think Tank. Sie wurden von der Stadt Guadalajara engagiert, um die Trinkwasserversorgung gänzlich neu zu planen.

Sie arbeiten in einem Team mit 3-4 anderen MitarbeiterInnen (MitschülerInnen) und müssen am Ende, der Stadt ein neues **nachhaltiges** Konzept für die Trinkwasserversorgung vorstellen.

Die Präsentation beinhaltet zum einen eine kurze Präsentation von maximal 5 Minuten vor dem Plenum und zu anderen ein 5-seitiges schriftliches Konzept.

Nutzen Sie für die Neuplanung Ihre Ergebnisse aus den bisherigen Aufgaben sowie die Texte, Diagramme und Abbildungen. Des weiteren können Sie selbstständig recherchieren.

Zeitplan

Zeit	Aufgaben
3 min	Einführung
5 min	selbstständige Organisation der Gruppenarbeit
10 min	Sammlung der Daten und Fakten
20 min	Diskussion und Neuplanung
10 min	Vorbereitung der Präsentation
30 min	Präsentationen

Präsentationsformen

1. **Max. 5 minütige** Präsentation vor der Klasse (kurze Eckpunkte der neuen Wasserversorgung und Neuheiten sollen erklärt werden)
2. 5 seitiges ausformuliertes Konzept (gern mit Grafiken versehen) zur neuen Wasserversorgung in Guadalajara



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Aufgabe zur Gruppendiskussion

Stellen Sie sich vor, Sie sind MitarbeiterIn eines Think Tank. Sie wurden von der Stadt Guadalajara engagiert, um die Trinkwasserversorgung gänzlich neu zu planen.

Sie arbeiten in einem Team mit 3-4 anderen MitarbeiterInnen (MitschülerInnen) und müssen am Ende, der Stadt ein neues **nachhaltiges** Konzept für die Trinkwasserversorgung vorstellen.

Die Präsentation beinhaltet zum einen eine kurze Präsentation von maximal 5 Minuten vor dem Plenum und zum anderen ein fünfseitiges schriftliches Konzept.

Nutzen Sie für die Neuplanung Ihre Ergebnisse aus den bisherigen Aufgaben sowie die Texte, Diagramme und Abbildungen. Des Weiteren können Sie selbstständig recherchieren.

Infomaterial zur Wasserversorgung in Guadalajara

Organisation der Wasserversorgung in Guadalajara

Die Versorgungsdefizite in der mexikanischen Metropolregion Guadalajaras sind auf rapides Flächenwachstum, mangelnden Ausbau von Infrastruktur sowie institutionelle Schwächen des Managements zurückzuführen. In der Konsequenz entstehen Teilräume, die von öffentlichen Systemen nicht bzw. unterversorgt sind. Hier entwickeln sich vermehrt alternative Formen lokalen Wassermanagements von nicht-staatlichen Akteuren.

Es gibt aufgrund des zunehmenden Städtewachstums und des damit einhergehenden Flächenwachstums große Probleme beim Ausbau und Betrieb der öffentlichen Wasserinfrastruktur. Deshalb gelingt es den staatlichen Institutionen teilweise nicht, die Wasserversorgung zu steuern. Es existieren verschiedene Stadtgebiete nebeneinander mit unterschiedlich gut ausgebauten und funktionierenden Wasserver- und



entsorgungssystemen. Es gibt Stadtgebiete, die haben jederzeit Wasser mit annehmbarer Qualität aus der Leitung und dann gibt es Stadtgebiete, die haben nur selten oder gar kein Wasser aus der Leitung. Außerdem gibt es in einigen Gebieten nur sehr schlechte, teilweise gesundheitsgefährdende Wasserqualität. Innerstädtische Gebiete sind selten von den Problemen der Wasserversorgung betroffen. Hingegen Siedlungen am Rande der Stadt besonders stark darunter leiden. Am stärksten betroffen sind informelle





Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Siedlungen, für die sich staatliche Institutionen nicht verantwortlich fühlen. Diese Siedlungen entwickeln dann unabhängig von der offiziellen Infrastruktur alternative Versorgungsungen. Diese nicht-standardisierten Alternativen bezeichnet man als Technological Resesses.

Gesetzlich ist die Wasserversorgung in Mexiko hierarchisch aufgebaut, jedoch sind die verschiedenen Zuständigkeiten und Aufgaben sehr unzureichend definiert beziehungsweise existieren nur auf dem Papier. Zusätzlich leiden die Institutionen unter ständigem Geldmangel, weshalb die Wasserinfrastruktur häufig veraltet oder beschädigt ist.

Wasserverbrauch in Mexiko

Wasserverbrauch ca. 280 – 332 Liter pro Einwohner und Tag in Guadalajara

Woher kommt das Wasser in Guadalajara?

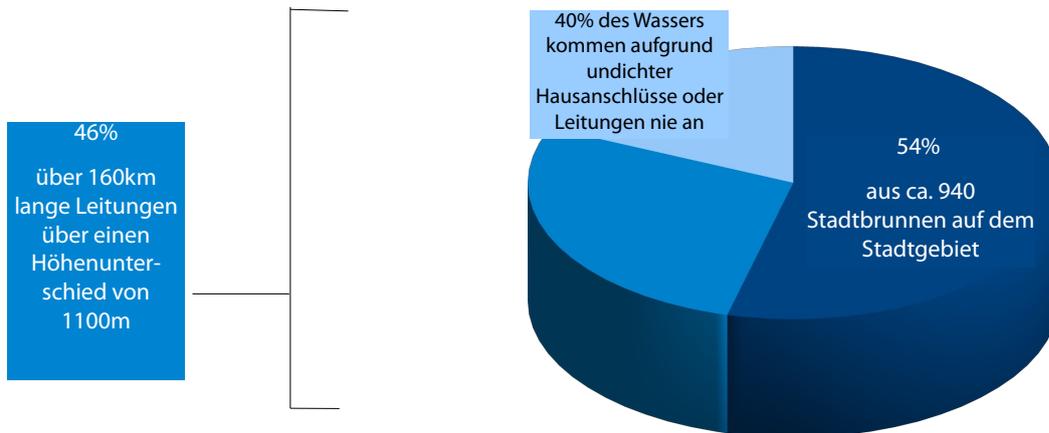


Abb. 1: Quellen des Wassers in Guadalajara

Wer verbraucht das Wasser in Guadalajara?

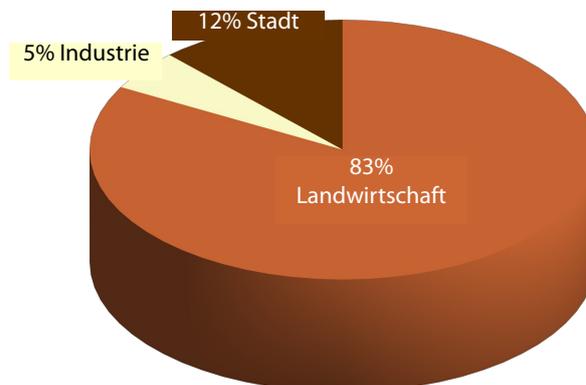


Abb. 2: Verteilung des Wasserverbrauchs auf Landwirtschaft, Industrie und Bevölkerung



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Informationstext A

Folgen der Landwirtschaft auf ihre Umgebung

- Übermäßige Düngung mit Stallmist, Gülle oder Mineraldünger führt zur Anreicherung von Stickstoff im Grundwasser.
- Ein hoher Einsatz von Phosphat begünstigt eine Eutrophierung der Gewässer (= die Gewässer 'kippen').
- Gifte (Herbizide, Pestizide, Fungizide) belasten den Boden, das Grundwasser und letztlich Nahrungsmittel. Auf diese Zusätze kann bei einer modernen Landwirtschaft kaum verzichtet werden, da neues Saatgut oft empfindlich ist und erhöhte Gaben an Dünger und Pflanzenschutzmitteln benötigt.
- Das Gewicht großer Traktoren und anderer landwirtschaftlicher Maschinen verdichtet den Boden bis in den Unterboden.
- Der großflächiger Anbau von Monokulturen, wie etwas Soja als Futtermittel führt zum Verlust der Artenvielfalt in der Flora und Fauna. Zum Beispiel zerstören Drainagen häufig Feuchtbiotope.
- Eine unsachgemäße Bewässerung, vor allem in ariden Gebieten, fördert die Versalzung der Oberfläche, da der aufsteigende Bodenwasserstrom Mineralien und Salze nach oben transportiert.

Informationstext B

BDO

Obwohl die Industrie in Mexiko keinen großen Wasserverbrauch hat, produziert sie 6,3 Millionen Tonnen von BDO (biochemical oxygen demand = Biochemischer Sauerstoffbedarf ein Schmutzstoffparameter zur Beurteilung der Verschmutzung von Abwasser) im Jahr. Diese Verschmutzung ist dreimal höher als die Verschmutzung durch städtisches Gebiet.

Wasserqualität

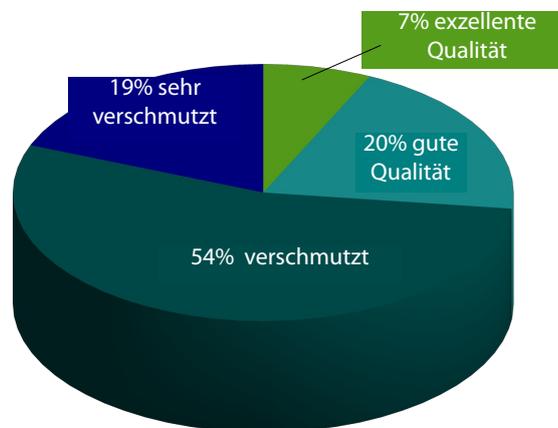
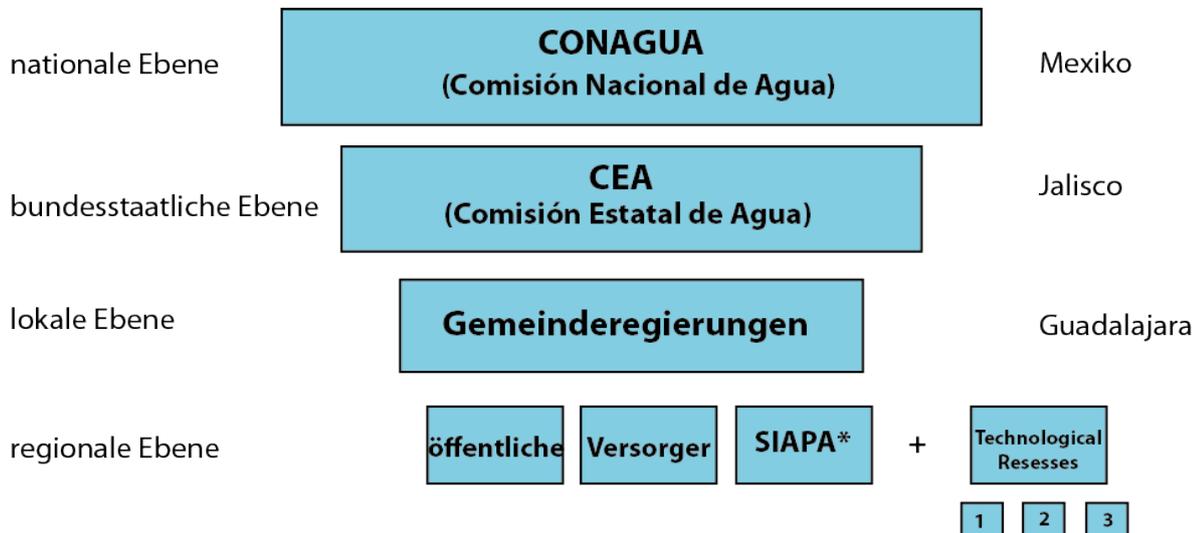


Abb. 3: Wasserqualität in Mexiko



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Organisation der Wasserversorgung



* Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado:

Technological Resesses

- 1 Privatisierter Typ:
 - in suburbanen Wohnsiedlungen
 - durch private Bauträger entwickelte autarke Wasserteilnetze
 - keine Verbindung zum öffentlichen Wassernetz
 - planungsrechtliche vorgeschrieben für solche Wohngebiete
 - Abwasserentsorgung meist durch ungeklärte Einleitung in Oberflächengewässer
 - in der Regel überdurchschnittliches Niveau der Wasserversorgung
- 2 Informeller Typ:
 - ungeklärte Bodenverhältnisse beziehungsweise illegale Besiedlung
 - lokale Institutionen fühlen sich nicht verantwortlich
 - unzureichendes Angebot von öffentlichen Dienstleistungen
 - Selbsthilfe von Bewohnerorganisationen (von unverbindlichen Zusammenschlüssen bis strukturierte Vereinen)
 - Beispiel: Anzapfen von Wasserleitungen, Regenwassernutzung, private Wassertanks
 - häufig nur improvisiert
 - meist unzureichende Versorgungsrate und -qualität
- 3 Institutionalisierte Typ:
 - in Kooperation mit öffentlichen Institutionen
 - in älteren, etablierten Mittelschichtvierteln
 - häufig aufgrund der Unzufriedenheit der Bewohner mit unzureichender Wasserversorgung durch die Stadt
 - unabhängige Organisation häufig in den Vierteln
 - Beispiel: Betrieb lokaler Brunnenanlagen
 - häufig finanziell gefördert
 - teilweise sogar späterer Anschluss an öffentliches Versorgungsnetz

11.4 Abschlusstest

Partnerdiskussion



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

**Diskutieren Sie diese Aussage mit Ihrem Partner beziehungsweise Partnerin!
Formulieren Sie Gründe, warum diese Aussage zu trifft oder nicht zutrifft!**

Thesenblock I

- Durch eine Änderung der gesetzlichen Vorgaben verbessert sich die Trinkwasserversorgung in Guadalajara.
- Eine Privatisierung der Wasserversorgungsunternehmen verbessert die Trinkwasserversorgungslage in Guadalajara.
- Durch ausländische Direktinvestitionen verbessert sich die Trinkwasserlage in Guadalajara.

Thesenblock II

- Die Trinkwasserversorgungssituation in Guadalajara ist sehr spezifisch für diese Stadt und sonst nirgends zu finden.
- Die mangelnde Bereitschaft der Bevölkerung für Wasser aus der Leitung zu bezahlen, ist schuld an der prekären Trinkwasserversorgungssituation in Guadalajara.
- Die einzelnen Initiativen der Bevölkerung Guadalajaras zur Beschaffung von Wasser vergrößern die Probleme mit der Trinkwasserversorgung.

Einzelarbeit



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara



Wählen Sie aus Thesenblock I und aus Thesenblock II jeweils eine These aus!

Diskutieren Sie mit Hilfe eines Schemas (siehe rechts) die folgenden Thesen!

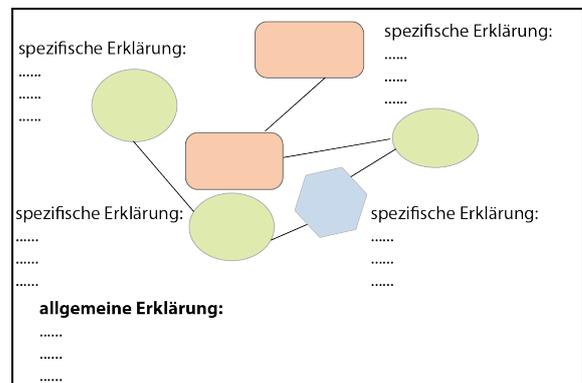
Verwenden Sie unterschiedliche Symbole (Kreise, Rechtecke u.ä.), um Faktoren oder beteiligte Personen darzustellen sowie Pfeile und Linien, um die Beziehungen zu verdeutlichen.

Bitte erläutern Sie am Rand Ihrer Elemente oder der Grafik Ihre Überlegungen!

Erörtern Sie bitte außerdem Ihre Überlegungen!

Beachten Sie, dass Sie insgesamt **30 Minuten** Zeit für beide Thesen haben und zwei Schematas entstehen müssen.

Beispielschema:



Thesenblock I

- Durch eine Änderung der gesetzlichen Vorgaben verbessert sich die Trinkwasserversorgung in Guadalajara.
- Eine Privatisierung der Wasserversorgungsunternehmen verbessert die Trinkwasserversorgungslage in Guadalajara.
- Durch ausländische Direktinvestitionen verbessert sich die Trinkwasserlage in Guadalajara.

Thesenblock II

- Die Trinkwasserversorgungssituation in Guadalajara ist sehr spezifisch für diese Stadt und sonst nirgends zu finden.
- Die mangelnde Bereitschaft der Bevölkerung für Wasser aus der Leitung zu bezahlen, ist schuld an der prekären Trinkwasserversorgungssituation in Guadalajara.
- Die einzelnen Initiativen der Bevölkerung Guadalajaras zur Beschaffung von Wasser vergrößern die Probleme mit der Trinkwasserversorgung.

11.5 Evaluationsbogen



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Evaluationsbogen der Erhebung

traditionelle Gruppe

Argumentationsgruppe

Virtuelle Exkursion						
		hervorragend	gut	befriedigend	ausreichend	
Verständlichkeit	klar strukturiert, nachvollziehbar, überzeugend					Ungeordnet, undurchsichtig, nicht überzeugend
Fachwissen	Hohe Informationsdichte, Sachlich richtig, aktuell					Geringe Informationsdichte, sachlich falsch, veraltet
Handhabbarkeit	Selbsterklärend, verständlich, gut strukturiert, fehlerfrei					Undurchsichtig, unklar strukturiert, fehlerhaft
Bedeutung für eignes Verständnis	Sehr bedeutend					unbedeutend

Arbeitsblätter						
		hervorragend	gut	befriedigend	ausreichend	
Verständlichkeit	klar strukturiert, nachvollziehbar, überzeugend					Ungeordnet, undurchsichtig, nicht überzeugend
Fachwissen	Hohe Informationsdichte, Sachlich richtig, aktuell					Geringe Informationsdichte, sachlich falsch, veraltet
Themen	für das Thema wesentlich, aktuell					Für das Thema unwesentlich, veraltet
Bedeutung für eignes Verständnis	Sehr bedeutend					unbedeutend



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Gruppendiskussion						
		hervorragend	gut	befriedigend	ausreichend	
Aufgabenstellung	klar strukturiert, nachvollziehbar					Ungeordnet, undurchsichtig
Bedeutung der Arbeitsphase für eigenes Verständnis	Sehr bedeutend					unbedeutend
Bedeutung der eigenen Präsentation für eigenes Verständnis	Sehr bedeutend					unbedeutend
Bedeutung von anderen Präsentation für eigenes Verständnis	Sehr bedeutend					unbedeutend

Allgemein						
		hervorragend	gut	befriedigend	ausreichend	
Frage-/Problemstellung	Geographisch wesentlich, aktuell					Geographisch unbedeutend, veraltet
Verständlichkeit	klar strukturiert, nachvollziehbar, überzeugend					Ungeordnet, undurchsichtig, fragwürdig
Medieneinsatz	Sinnvoller Einsatz, vielseitig, gut in Unterricht eingepasst					Undurchsichtiger Einsatz, einseitige Nutzung, störend
Methoden	Sinnvoller Einsatz, vielseitig, gut in Unterricht eingepasst					Undurchsichtiger Einsatz, einseitige Nutzung, störend
Ziele	Klar formuliert, didaktisch bedeutend					Uneindeutig, didaktisch unbedeutend



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

Transparenz	Konstante und allgegenwärtig klare Strukturierung, klare Zielvorstellung					Versteckte und unklare Strukturierung, unklare Zielvorstellung
SchülerIn-aktivierung	Hoher Grad an Selbständigkeit der SchülerInnen gegeben, Möglichkeiten zur eigenen Reflexion der SchülerInnen					wenige Möglichkeiten für selbstständiges Erforschen, Erarbeiten und Sichern, ungenügende Reflexionsphasen
Kompetenzen	Sinnvolle Förderung, angemessen und gut in den Unterricht integriert, vielseitig					Keine Förderung, unangemessen oder schlecht in Unterricht integriert, einseitig

Selbsteinschätzungsbogen

	Kann ich sehr sicher	Kann ich weitgehend, in schwierigeren Situationen habe ich noch Problem	Kann ich teilweise und kann mir selber helfen	Kann ich noch nicht, brauche und ich noch Hilfe	Hier erhoffe ich mir weitere Unterstützung und Klärung
Elemente der Trinkwasserversorgung in Guadalajara erkennen und benennen					
Verschiedene Elemente der Wasserversorgung thematisch sinnvoll strukturieren und zu einander in Beziehung stellen					
die Elemente der Trinkwasserproblematik in Raum und Zeit einordnen					



Die Trinkwasserproblematik in Guadalajara

eigene Fragen und Probleme zur Trinkwasserproblematik formulieren					
verschiedene Positionen und Meinungen zur Trinkwasserproblematik <u>erkennen und formulieren</u>					
verschiedene Positionen und Meinungen zur Trinkwasserproblematik <u>gewichten</u>					

11.6 Gedichtübersetzung

GUADALAJARA Lumenca 1992, 450 aniversario de la fundación

Eres hermosa Guadalajara,
donde el mariachi y su charrería envuelven
el folklore de la tierra tapatía.
Eres flores y monumentos,
y sutil esencia de provincia,
eres mágica en tu gente
que es cálida porque es mexicana.

Du bist wunderschön, Guadalajara,
dort, wo der Mariachi¹ und sein Kitsch
die Folklore des Landes der Tapatíos² umhüllen.
Du bist Blumen und Monumente,
und das zarte Wesen der Provinz,
Du bist Magie in deinen Menschen,
die herzlich sind, weil sie Mexika³ sind.

¹ Volksmusik und -tanz aus Mexiko

² Bezeichnung der Einwohner von Guadalajara

³ So benannte sich damals das aztekische Volk selbst.

Universität zu Köln
Albert-Magnus-Platz
D-50923 Köln

Selbstständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich die von mir vorgelegte Dissertation selbständig angefertigt, die benutzten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben und die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, in jedem Einzelfall als Entlehnung kenntlich gemacht habe; dass diese Dissertation noch keiner anderen Fakultät oder Universität zur Prüfung vorgelegen hat; dass sie – abgesehen von unten angegebenen Teilpublikationen – noch nicht veröffentlicht worden ist sowie, dass ich eine solche Veröffentlichung vor Abschluss des Promotionsverfahrens nicht vornehmen werde. Die Bestimmungen der Promotionsordnung sind mir bekannt. Die von mir vorgelegte Dissertation ist von (Prof. Dr. Alexandra Budke) betreut worden.

Wien, 01.11.16

Ort, Datum



Beatrice Müller