

Formulierung von fachlichen Beziehungen

Eine Interventionsstudie zur Wirkung von sprachlichen Scaffolds auf die Formulierung von Kausalstrukturen im Geographieunterricht

Formulation of Subject-related Relationships –An Intervention Study on the Effect of Linguistic Scaffolds on Verbalization of Causal Structures in Geography Lessons

Formulación de relaciones disciplinares– Un estudio de intervención sobre el efecto de los scaffolds lingüísticos en la verbalización de estructuras causales en las clases de geografía

Johannes Heuzeroth , Alexandra Budke

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

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

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

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

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

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

1. Einleitung

Im Geographieunterricht soll aus dem Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Umwelt ein elaboriertes raumbezogenes Denken und Handeln erwachsen. Dieses Verständnis räumlicher Prozesse und Phänomene, wie der Globalisierung, der demographischen Entwicklung Deutschlands oder steigender Mietpreise in deutschen Innenstädten, ist dabei ein grundlegender Aspekt zur Anbahnung von raumbezogener Handlungskompetenz (DGfG 2020). Tatsächlich scheinen Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten bei der Vernetzung oder dem *in-Beziehung-setzen* von geographischen Informationen zu haben. Kausalität als Zusammenhang von „[...] logische(r) Aufeinanderfolge von Ursache und Wirkung“ (KAMINSKE 2001, S. 21) zu begreifen, bereitet große Probleme. Als Hindernis für das komplexe *in-Beziehung-setzen* gilt die Vereinfachung von Komplexität zu linearen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen (Reduktionsstrategie). Hierfür wird informatorische Vielfalt, ausgelöst durch die Unüberschaubarkeit der sich gegenseitig beeinflussenden Vielzahl von Elementen, als Ursache angeführt (KAMINSKE 2001, S. 21). Auch der Aspekt der kognitionspsychologischen Entwicklung der Schülerinnen und Schüler wird als einschränkender Faktor angeführt (KAMINSKE 2001, S. 17). Ein weiteres Hindernis ist die so genannte *Nahbereichsspezialisierung*, d.h. die Bestrebung des Menschen zur Begrenzung von Relevantem auf den sinnlich wahrnehmbaren Bereich (MEHREN, REMPFLER & ULRICH-RIEDHAMMER 2014, S. 4).

Um diesen Hindernissen zu begegnen, plädieren REMPFLER und UPHUES (2011b) und MEHREN ET AL. (2015) dafür, systemisches Denken als stetiges Unterrichtsprinzip einzusetzen. Vielfältige Wiederholungen, Anwendungen und Vertiefungen, Metareflexionen in verschiedenen Kontexten und die daraus entstehenden „vielen Lernspuren“ führen dazu, dass „ein grundlegendes [systemisches] Verständnis“ (MEHREN ET AL. 2015, S. 6) entwickelt werden kann.

Der Einsatz grafischer Repräsentation, durch z.B. die Mystery-Methode (SCHULER, VANKAN & ROHWER 2017) oder Concept-Maps (MEHREN ET AL. 2015; RASCHKE 2018) wird empfohlen. Auch

der Beitrag des Schreibens zum systemischen Denken wird betont (CZAPEK 2014). Die positive Wirkung experimenteller Arbeitsweisen auf das systemische Denken haben BROCKMÜLLER, VOLZ und SIEGMUND (2016) festgestellt. Eine emotionale und volitionale Aktivierung des systemischen Verständnisses, durch z.B. Interaktionsspiele (RIESS, SCHULER & HÖRSCH 2015) oder systemische Übungen (SWEENEY & MEADOWS 2010; HEUZEROTH 2019) wurde ebenfalls empfohlen.

Die Funktion der sprachlichen Vorentlastung oder sprachsensiblen Vermittlung (u.a. MICHALAK & MÜLLER 2017; BUDKE & KUCKUCK 2017; SCHWARZE 2019) relevanter systemischer Aspekte blieb bis dato weitgehend unberücksichtigt und wenig empirisch untersucht. In der Geographiedidaktik gibt es bislang nur wenige geprüfte Belege über den Zusammenhang von (fach)sprachlichen Kompetenzen (hier die Fähigkeit, geographische Kausalstrukturen zu versprachlichen) und der Entwicklung kausaler Wirkungszusammenhänge, im Rahmen des vernetzenden Denkens. Dies wiederum scheint wenig plausibel, da komplexe fachliche Beziehungen im Unterricht vorrangig sprachlich erarbeitet und kommuniziert werden. Zunehmend werden zwar Formen des sprachlichen Scaffolds eingesetzt (u.a. RASCHKE 2018; HEUZEROTH 2018), allerdings wurde deren Wirksamkeit auf die Qualität der Versprachlichung von geographischen Kausalstrukturen von Schülerinnen und Schülern bisher kaum empirisch überprüft. Zudem fehlt sowohl eine Definition der sprachlichen Merkmale geographischer Kausalstrukturen als Repräsentation fachlicher Relationen, als auch eine geographiebezogene Analyse fachsprachlicher Barrieren auf Wortebene (z.B. fehlendes Verständnis von Fachbegriffen als Repräsentation von Systemelementen) oder auf Satzebene (z.B. lückenhaftes Wissen um die Konstruktion von Kausalsätzen).

Der vorliegende Artikel erforscht daher die sprachliche Repräsentation komplexer, systembezogener, relationaler Sinnstrukturen unter der Fragestellung, welche Auswirkungen sprachliche Scaffolds auf die Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen haben und welche sprachlichen Fehler sich bei Schülerinnen und Schülern häufen.

Ausgehend von einer Klärung der zentralen theoretischen Grundannahmen und einem kurzen Überblick über den Forschungsstand (Kap. 2), wird die durchgeführte Interventionsstudie (Kap. 3) vorgestellt sowie die Wirksamkeit des eingesetzten Scaffolds auf kausale Sprachhand-

lungen (Kap. 4) analysiert. Ferner werden typische Fehlerkategorien (Kap. 4) und deren Einflussgrößen (Kap. 5) extrahiert sowie Implikationen für kausalitätssensible, sprachfördernde Lernsettings im Geographieunterricht (Kap. 6) erörtert und vorgestellt.

2. Theoretische Grundlagen

Das Ziel des Faches Geographie liegt in der Vermittlung und Anbahnung eines Verständnisses für komplexe Systembeziehungen (DGfG 2020). Gegenstand dieser Vermittlungs- und Erwerbsprozesse sind komplexe Systeme, die im Sinne einer integrativen Mensch-Umwelt-Systembetrachtung, ökologische und soziale (Sub-)Systeme sowie deren Wirkungszusammenhänge repräsentieren (FÖGELE, MEHREN & REMPFLE 2020, S. 85). Jene Wirkungszusammenhänge werden im Geographieunterricht in der Regel ausgehend von komplexen, geographischen Problemen (BUDKE 2013, S. 23–24), kriteriengeleitet analysiert und betrachtet. Bei der Versprachlichung dieser Relationen und Wirkungszusammenhänge als Repräsentation von Systemeigenschaften und Ergebnis eines Problemlösungsprozesses, erhält Fachsprache eine enorm hohe Relevanz, da gerade das Sprachwissen der Schülerinnen und Schüler deren Fähigkeit und Vermögen zu komplexem Denken beeinflusst (MICHALIK & MÜLLER 2017; BLOMBERG & JESSEN 2018). Sprachliches Scaffolding könnte hierbei ein sehr wirksames Instrument sein, Sprachkompetenzen zu fördern, um im Rahmen des systemischen Denkens das fachliche Lernen zu unterstützen.

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

2.1 Zur Bedeutung systemischen Denkens im Fach Geographie

Eine einheitliche terminologische Abgrenzung der Begriffe und Ansätze des vernetzten, systemi-

schen oder kausalen Denkens gibt es bisher nicht. Alle Konzepte eint jedoch die Betrachtung von Kausalstrukturen mit dem Ziel des Aufbaus einer mehrdimensionalen Systemkompetenz (KÖCK 2001; MEHREN ET AL. 2015; VESTER 2015). Im vorliegenden Artikel wird der Begriff der Vernetzung bzw. des vernetzenden Denkens genutzt.

Dieses diskutiert VESTER (2015) bereits in den 1990er Jahren. KÖCK (2001) realisiert neben einer begrifflichen Bestimmung erstmals auch eine Typisierung des vernetzenden (prozessualen) Denkens im Geographieunterricht, als Teilkompetenz des Denkens in Systemen. Systemkompetenz wird von REMPFLE und UPHUES (2011a) als Schlüsselkompetenz definiert. Ein Kompetenzmodell zur Operationalisierung des systemischen Denkens wird von MEHREN ET AL. (2015) entwickelt; Charakteristika geographischer Systeme werden von MÜLLER (2016) bestimmt. Weiterhin wird die Bedeutung der Argumentation für das Verständnis von Komplexität hervorgehoben (BUDKE & MEYER 2015). Auch in den nationalen Bildungsstandards ist das Verständnis von Systemen als Kompetenzziel verankert worden (DGfG 2020, S. 5–6). Zudem gilt das Unterrichtsprinzip des systemischen Denkens als fester Bestandteil von Lehrbüchern (z.B. *Das Syndromkonzept*; BRAUN, BREMM & CLASSEN 2017), Handreichungen (z.B. BOLLMANN-ZUBERBÜHLER ET AL. 2010) und Unterrichtsmaterialien (z.B. *Arbeit mit Wirkungsgefügen*; BETTE 2014). Weitere Prinzipien und Methoden zur Implementierung systemischer Denk- und Verstehensansätze liefern ferner diverse Methodenbände (u.a. SCHULER ET AL. 2017).

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

Für das Verstehen von Beziehungen zwischen Elementen in Systemen ist das Verstehen von Kausalität substanziell. Für LUHMANN (2018) ist Kausalität innerhalb eines Systems verortet.

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

Ausgehend von Luhmann und angereichert durch weitere Autoren entwickelt MÜLLER (2016) ein Modell komplexer Systeme für den Geographieunterricht. Hierbei konstituiert sich ein komplexes System aus Elementen (z.B. Akteuren), dem Vernetzungsgrad (z.B. Systemorganisation) und der raumzeitlichen Dynamik (z.B. zeitliche und räumliche Entwicklungen der Organisationsprozesse, MÜLLER 2016). Die einzelnen Beziehungen/Relationen zwischen Elementen eines Systems bezeichnet man als Vernetzung bzw. Kausalstruktur. Köck (2001, S. 11-12) charakterisiert Vernetzung in einem systemischen Verständnis, als „Wirkungsgesamtheit“ von Ordnungsbeziehungen zwischen Elementen, Elementklassen oder Elementfeldern. Als Vernetzung werden bei MÜLLER (2016) die Beziehungen und die Beeinflussung der Elemente sowie deren Auswirkungen auf die Systemstruktur und Systemorganisation verstanden. Aus dem daraus resultierenden Vernetzungsgrad werden unterschiedliche Hierarchiestufen und Systembeziehungen abgeleitet. UHLENWINKEL (2013, S. 6) benennt Vernetzung als Hilfskonzept in der Geographie, welches drei Komponenten umfasst, nämlich die „[...] Elemente, die vernetzt werden, und die Relationen, die zwischen ihnen bestehen, sowie die Handlungen“. DÖRNER (2000) bezeichnet die Veränderung eines Systems durch einen Eingriff, der einen Teil des Systems betrifft oder betreffen soll und auch auf viele andere Teile des Systems wirken kann, als Vernetztheit. Mit dem Grad dieser Vernetztheit erhöht oder vermindert sich die Komplexität des Systems.

Vernetzung spielt auch bei komplexen Problemen eine zentrale Rolle. Komplexe Probleme sind in der Regel „schlecht definierte Situa-

tionen“ (BETSCH, FUNKE & PLESSNER 2011, S. 154), da im Voraus oft nicht erkennbar ist, ob ein Lösungsentwurf tatsächlich richtig ist. Ein komplexes Problem ist gekennzeichnet durch Komplexität, Vernetztheit, Intransparenz, Dynamik und Vielzieligkeit (DÖRNER 2000; BETSCH ET AL. 2011). Die geforderte Denkkoperation wird als problemlösendes Denken (DÖRNER 2000) gekennzeichnet, welches eine bewusste, kognitive Aktivität zur Erreichung eines (beabsichtigten) Ziels, d.h. im Geographieunterricht meist die Lösung einer Problemfrage, verlangt. Diese kognitive Aktivität erfordert das Überwinden von Hindernissen und das Schließen von Lücken in einem (Denk-) und Handlungsplan (BETSCH ET AL. 2011).

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

2.3 Inhaltliche und sprachliche Merkmale geographischer Kausalstrukturen

Die Entwicklung geographischer Kausalstrukturen erfordert problemlösendes Denken in einer inhaltlichen und sprachlichen Dimension. Ziel des Problemlösungsprozesses ist es, komplexe Ursache-Wirkungsbeziehungen als „Korrelationssystem“ (RHODE-JÜCHTERN 2001, S. 8) oder „Wechselwirkungsgesamtheiten“ (Köck 2001, S. 9) fachlich und sprachlich richtig bzw. kohärent zu konstruieren. Im Fokus dieses Artikels stehen daher die zentralen Charakteristika einer sprachlichen Kausalstruktur geographischer Elemente und deren Relationen zueinander. Besondere Beachtung

erhalten dabei die monokausalen (z.B. *Wenn kein Wasser vorhanden ist, entsteht Trockenheit.*) und die multikausalen (z.B. *Wenn es lange nicht regnet und nur die Sonne scheint, kann es zu Trockenheit kommen.*) Systembeziehungen. Es sind Systembeziehungen, die direkt/unmittelbar gekoppelte Beziehungen zwischen zwei oder mehreren Elementen/Ereignissen repräsentieren (MÜLLER 2016). Korrelierte Systembeziehungen (indirekte Zusammenhänge; MÜLLER 2016; z. B. *Wasservorkommen → Wachstum von Dattelpalmen → Schattenwurf der Dattelpalme → Lebensqualität der Oasenbewohner*) werden, trotz der vorkommenden Häufigkeit, nicht explizit untersucht und erfasst, sondern unter die Kategorie *multikausale Verbindungen* subsumiert.

Die *Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen* wird als aktiver, konstruierender, problemlösender, sprachbasierter Prozess der relationalen und kausalen Verknüpfung von Elementen eines komplexen geographischen Systems verstanden. Dieser Prozess beinhaltet das fachwissenschaftlich bedingte Erkennen, Deuten und Versprachlichen einer „Wechselwirkungsgesamtheit“ (Köck 2001, S. 9), unter Zurechnung von Ursache und Wirkung. Fachlicher Gegenstand sind komplexe Relationen des Mensch-Umwelt-Systems auf unterschiedlichen Maßstabsebenen (lokal bis global) und mit unterschiedlichen Dimensionen (Prozess, Funktion, Struktur; DGfG 2020). Dabei eingeschlossen ist die Kenntnis und der Gebrauch von Fachbegriffen (Substantive, Nominalphrasen). Aus einer sprachwissenschaftlichen Sicht erfolgt durch sie eine räumliche Kennzeichnung der Systemelemente. So genannte linguistische „Kausalmarker“ (FROHNING 2007, S. 27–36), wie Konjunktionen (z.B. *weil, da*), Adverbien (z.B. *deshalb, deswegen*) oder Präpositionen (z.B. *wegen, durch*) sind zentral für die Kennzeichnung von Ursache-Wirkungs-Relationen. Abhängigkeiten werden z.B. durch die Verbindung eines Bedingungs- und Folgesatzes (Konjunktion *wenn*, z.B. *Wenn kein Wasser vorhanden ist, entsteht Trockenheit.*) ausgedrückt. Des Weiteren sind Adverbialphrasen in einer Haupt-Nebensatz-Konstruktion zur Kennzeichnung von Bedingung, Grund und Folge sehr wichtig. Eine hervorgehobene Bedeutung haben Verben und Adverbien (im Folgenden als indikative Wörter bezeichnet). Diese kennzeichnen die raumzeitliche Dynamik, d.h. Richtung und Stärke von Relationen (z.B. *verstärkt, vermindert*).

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

2.4 Einsatz von Scaffolds zur Förderung der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen

Im Sinne eines sprachbewussten (MICHALAK 2017) oder sprachsensiblen (LEISEN 2013) Fachunterrichts ermöglichen Sprachkompetenzen das Erlernen von Inhalten und damit den Erwerb von Fähigkeiten (kognitive Funktion; BLOMBERG & JESSEN 2018). Sprachkompetenz ist somit notwendig für den Aufbau neuer Wissensbestände und für die fachbezogene Sprachproduktion, in diesem Falle die Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen (OLESCHKO, WEINKAUF & WIEMERS 2016). Die erforderlichen fachbezogenen Sprachkompetenzen sind Ausdruck eines fachsprachlichen Registers (OLESCHKO ET AL. 2016; vgl. Kap. 2.2. und Kap. 2.3). Dieses fachsprachliche Register als Ausdruck einer fachspezifischen, akademischen Schriftsprachlichkeit (CALP = Cognitive Academic Language Proficiency) muss erlernt und gefördert werden (u.a. CUMMINS 1979, 2008).

Als eine zielführende Fördermaßnahme gilt Scaffolding (u.a. GIBBONS 2015; SCHWARZE 2017; Beispiel Fig. 3). Scaffolding ist eine zielgerichtete und systematische Bereitstellung von Unterstützungsangeboten für das sprachliche Handeln, die es den Schülerinnen und Schülern durch sogenannte Scaffolds (dt. Baugerüste) ermöglicht, die bei einer Lernaufgabe erforderlichen „kognitive[n] und metakognitive[n] Operationen“ (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NRW 2020, o.S., siehe auch LUFT, MANZEL & NAGEL 2015; BROOKS 2016) selbstständig zu bewältigen. Scaffolds eignen sich vor allem, um Lernende in ihren individuellen „fachsprachlichen Hürden“ und „inhaltlichen Lücken“ passgenau abzuholen und beim Erreichen der „Zone der nächstmög-

chen Entwicklung (ZPD)“ (VYGOTSKIJ & COLE 1981, S. 240) zu unterstützen und damit zu verhindern, dass Sprache als Barriere dem Erwerb neuer Kompetenzen im Wege steht (GIBBONS 2015; BROOKS 2016).

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

Grundsätzlich lassen sich Input-orientierte Scaffoldingstechniken (Reaktivierung von sprachlichem Vorwissen durch Mindmaps, semanti-

sche Netze, Wortfelder) und Output-orientierte Scaffoldingstechniken (Bereitstellung von Schlüsselvokabular, Redewendungen, Lexik für fachunterrichtliche Arbeitstechniken, z.B. raumzeitliche Bewegungsverbren) unterscheiden (LEISEN 2013; LUFT ET AL. 2015). Zentrale Schlussfolgerung der Anwendung des Prinzips des Scaffoldings im Rahmen der Entwicklung geographischer Kausalstrukturen ist eine adäquate Planung und Organisation differenzierender, sprachfördernder Lernaufgaben des Unterrichts (z.B. Aufgabenschwierigkeit), mit unterschiedlichen Sprach- und Inhaltsniveaus (z.B. Materialumfang und -auswahl, Handlungsprodukt), die individuelle Lern tempi ermöglichen (z.B. Verlangsamung des Lernens, Feedback), Sprachbarrieren abbauen (z.B. Erklärung von Fachwörtern, Satzstrukturen) und die Entwicklung von Lernstrategien ermöglichen (BROOKS 2016; MORAWSKI & BUDKE 2019; KNIFFKA 2019). Scaffolds können dabei sowohl inhaltliche, sprachliche, als auch problemlösungsbezogene, strategische Barrieren überwinden helfen. Inwieweit sprachliche Scaffolds tatsächlich wirksam Schülerinnen und Schüler im Geographieunterricht unterstützen können, geographische Kausalstrukturen zu versprachlichen, soll im Folgenden dargestellt werden.

3. Methode und Stichprobe

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

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

3.1 Einordnung des Themas

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

3.2 Erhebungs- und Forschungsdesign

Die Daten wurden mit einer Prä-Post Erhebung (Paneldesign, vgl. Fig. 1), mittels eines Erhebungs- bzw. Aufgabenbogens erhoben. Es handelt es sich um eine quasi-experimentelle, quantitative Erhebung mit Messwiederholung

in Form einer Vollerhebung (SHADISH, COOK & CAMPBELL 2002; DÖRING & BORTZ 2016).

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

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

Im Prätest (vgl. Fig. 1) zu Beginn der Unterrichtsreihe hatten die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe, auf Grundlage ihres individuellen

Vorwissens Beziehungen zwischen fünf vorgegebenen Begriffen (Oase, Sonne, Wasser, Trockenheit, Landwirtschaft; Fig. 3) zu formulieren, die nach dem Modell komplexer Systeme (MÜLLER 2016) der Kategorie der Faktoren/Strukturen zugeordnet werden können. Die Aufgabe zum Oberthema Wüste beinhaltete die Aufforderung, Systembeziehungen zu erstellen, die hauptsächlich zeitliche sowie räumliche Entwicklungsprozesse abbilden (vgl. Fig. 3). Im Vorfeld der Studie gab es keine weiteren Informationen zum Thema. Zur Lösung der Aufgabe standen den Schülerinnen und Schülern im Prätest keine Hilfestellungen zur Verfügung. Inhaltlich wurde vor allem die Versprachlichung naheliegender kausaler Zusammenhänge wie z.B. Sonne (Temperatur), Wasser (Verdunstung) und Trockenheit oder Oase, Wasser und Landwirtschaft (Inwertsetzung) erwartet.

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

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

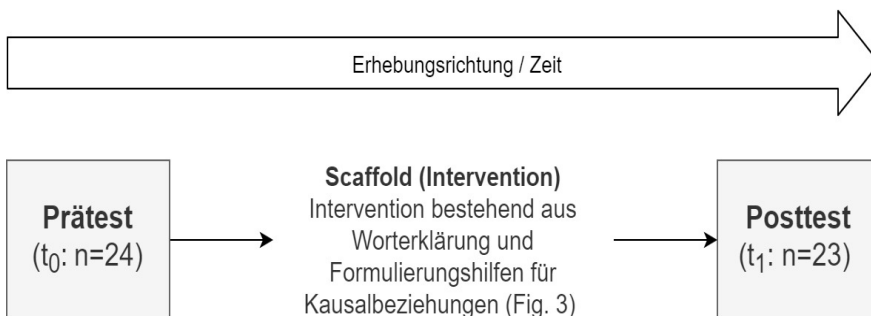


Fig. 1. Studiendesign (Quelle: Autor und Autorin nach SHADISH ET AL. 2002, S. 108-110)

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

Fig. 2. Aufgabenstellung für beide Erhebungszeitpunkte (Quelle: Autor und Autorin)

Worterklärungen

Sonne	Das Licht und die Wärme der Sonnenstrahlen sind Grundvoraussetzungen der Entwicklung und Entstehung des Lebens auf der Erde.
Wasser	Das Wasser ist eine Flüssigkeit und Grundvoraussetzung für die Entwicklung und Entstehung von Leben. Zugleich aber auch ein die Erde gestaltender Faktor.
Trockenheit	Unter Trockenheit versteht man die Abwesenheit von Flüssigkeit und Feuchtigkeit.
Landwirtschaft	Landwirtschaft bezeichnet die Produktion von Nahrungsmitteln durch Ackerbau oder Viehzucht.
Oase	Ist ein Ort in der Wüste, der eine Wasserstelle besitzt und meistens von Menschen besiedelt wird.

Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen



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

Fig. 3. Sprachlicher Scaffold I: Erklärung der zentralen Fachbegriffe, Bedeutung der Verbindungspfeile sowie deren Hinweise zur Versprachlichung geographischer Kausalstrukturen im Rahmen des Posttests (Quelle: Autor und Autorin)

Übungseffekte und weitere, das Ergebnis verzerrende Einflüsse zu vermindern.

In der Pilotierungsphase wurde der Erhebungsbogen von einer Klasse in der Einführungsphase (10. Klasse) getestet. Aufgrund der Rückmeldung

gen wurde der Bogen sprachlich vereinfacht, die Aufgabentypen präzisiert und das Arbeitsblatt im Layout verändert. Auch in Folge der Auswertung der Pilotstudie wurde die Forschungsfrage angepasst und präzisiert und die Entscheidung getrof-

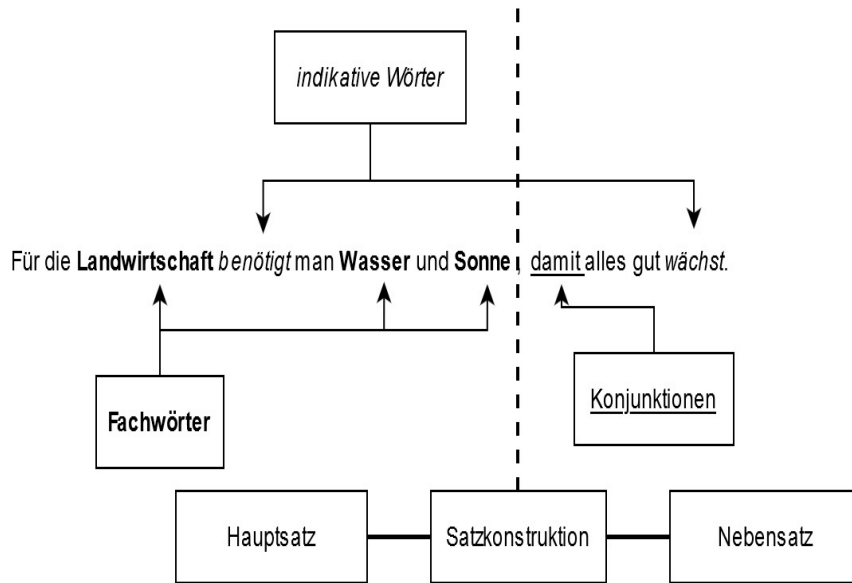


Fig. 4. Der Analysegegenstand: Sprachliche Elemente einer geographischen Kausalstruktur (Quelle: Autor und Autorin)

fen, auch auf Fehlerstrukturen bei der Formulierung von kausalen Verbindungen einzugehen.

3.3 Analyse geographischer Kausalstrukturen

Gegenstand der Analyse sind versprachlichte geographische Kausalstrukturen (Kap. 2.3). Diese werden einerseits danach beurteilt, ob die fachlich richtige Vernetzung von raumbezogenen Einzelinformationen stattfindet. Andererseits wird untersucht, ob die sprachliche Zuordnung einer Wirkung als Ursache, mittels syntaktischer und lexikalischer Mittel, diese kausale Verknüpfung adäquat repräsentiert (Fig. 4).

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

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

on oder Subjunktion (Wortebene) miteinander verknüpft. Konjunktionen (*weil, da*), aber auch Adverbien (*deshalb, deswegen*) realisieren eine sprachliche Zuordnung kausaler Zusammenhänge (BLÜHDORN 2006, S. 258–262). Zuerst wurde die Art des Kausalzusammenhanges erfasst, danach wurde diese hinsichtlich ihrer sprachlichen Qualität beurteilt und inhaltlich geprüft (vgl. Fig. 5).

Gemäß der Analysematrix (vgl. Fig. 5) wurde die Kausalitätsart anhand der Elementanzahl (Fachwörter, drei Elemente: Landwirtschaft, Wasser, Sonne) und der zu erkennenden Ursachen/Folgen (Konjunktion: *damit*) eingeordnet. Danach wurden indikative Wörter (Verben: *benötigt, wächst*) sowie lexikalische (*damit*) und syntaktische (Finalsatz) Strukturen analysiert, um die sprachliche Korrektheit der Aussage zu prüfen. Dies geschah jeweils in der wiederholten Prüfung der inhaltlichen Richtigkeit. Falsche inhaltliche Antworten wurden hinsichtlich ihrer kausalen und sprachlichen oder inhaltlichen Fehler untersucht. Der Fokus der Prüfung fehlerhafter (kausaler) Sprachhandlungen war dabei vierfach, nämlich (1) der Gebrauch der Fachwörter, (2) die Nutzung indikativer Wörter (z.B. *führt zu, vermindert*), (3) die Nutzung von Konjunktionen/Adverbien (z.B. *wenn, dann, deswegen*) sowie auf der Satzebene und (4) der Einsatz von Hauptsatz-Nebensatz-Konstruktionen.

Als Kriterium zur Bestimmung der sprachlichen Richtigkeit haben sich das angewandte Analyseinstrument für geographische Kausalstrukturen als sehr wirksam, einfach handhabbar und die angenommenen sprachlichen Kategorien als sinnvoll erwiesen (Fig. 6).

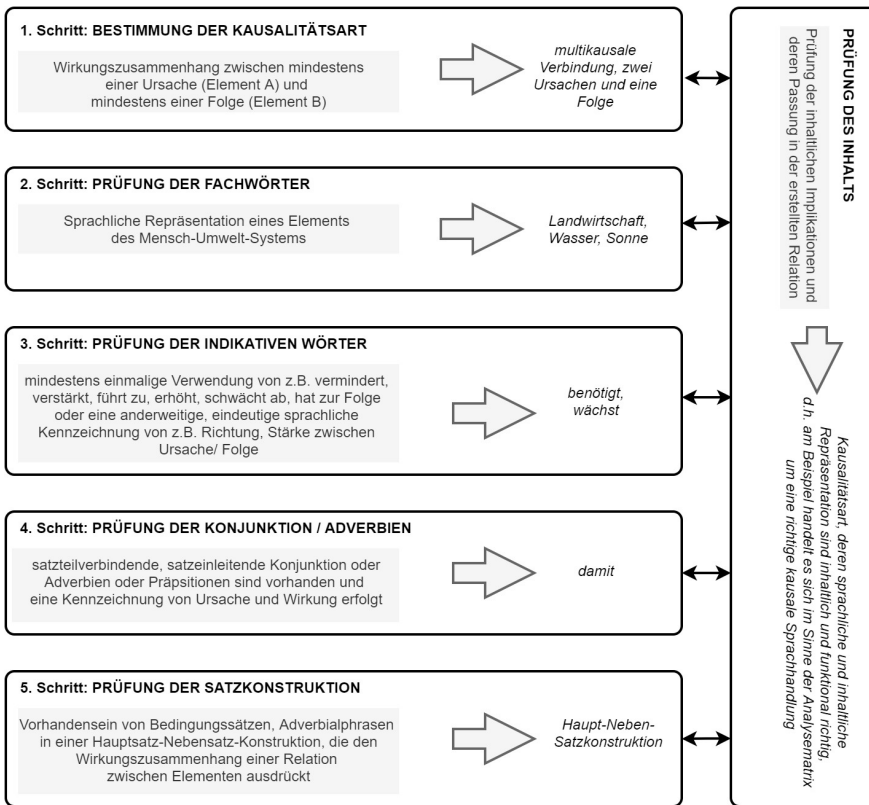


Fig. 5. Analyseschritte zur Untersuchung einer geographischen Kausalstruktur für den Beispielsatz *Für die Landwirtschaft benötigt man Wasser und Sonne, damit alles gut wächst* (Quelle: Autor und Autorin)

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

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

Fig. 6. Beispiele für die Analyse geographischer Kausalstrukturen im Rahmen der Datenauswertung (Quelle: Autor und Autorin)

4. Ergebnisse

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

4.1 Typische Probleme bei der Versprachlichung von geographischen Kausalstrukturen

Insgesamt waren 27,9% ($n = 79$) der Verbindungen in t_0 und t_1 falsch (t_0 : 35,3%; t_1 : 21,1%). Die häufigste Fehlerkategorie war in beiden Erhebungszeitpunkten die Nutzung indikativer Wörter, wie z.B. *führt zu*, *bewirkt* oder *daraus folgt* (Fehlerhäufigkeit: $t_0 n = 47$; $t_1 n = 29$). Relativ betrachtet ändert sich der Anteil der indikativen Wörter als Fehlerursache im Prä- und Posttest äußerst geringfügig (t_0 : 97,9%; t_1 : 93,5%). Abso-

lut betrachtet bewirkte das eingesetzte Scaffold (Fig. 2 und Fig. 3) jedoch eine Verminderung der Fehlerhäufigkeit in dieser Kategorie um 44,9% (von t_0 $n = 47$ auf t_1 $n = 29$). Man kann von einer hohen Wirksamkeit des Scaffolds auf diesen Teil einer kausalen Sprachhandlung sprechen.

Die zweithäufigste Fehlerkategorie war im Bereich der Satzstrukturen festzustellen (Fehlerhäufigkeit: t_0 $n = 37/77,1\%$; t_1 $n = 24/77,4\%$). Das eingesetzte Scaffold (Fig. 3) führte in dieser Kategorie zu einer starken Verringerung der Fehler bei der Konstruktion von Haupt-Nebensatz-Verbindungen um 35,1%. Im Bereich der Konjunktionen (z.B. *weil, damit, dann*; Fehlerhäufigkeit: t_0 $n = 32$, t_1 $n = 27$; Veränderung: -18,2%) und der Fachwörter (z.B. *Sonne, Oase, Trockenheit*; Fehlerhäufigkeit: t_0 $n = 17$, t_1 $n = 14$; Veränderung: -17,6%), änderte sich die Fehleranzahl eher geringfügig.

4.2 Einflussgrößen auf die Formulierung von geographischen Beziehungen

Der Effekt des Scaffolds auf die Verbindungsarten ist eher gering. Zwar gab es nach der Intervention eine Vergrößerung der Anzahl (Fig. 7) der multikausalen Verbindungen von $n = 47$ (t_0) auf $n = 51$ (t_1), jedoch herrschte weiterhin eine Dominanz der monokausalen Verbindungen vor (t_0 $n = 89$; t_1 $n = 86$, Fig. 7).

4.3 Einfluss der Intervention auf die Formulierung von geographischen Beziehungen

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

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

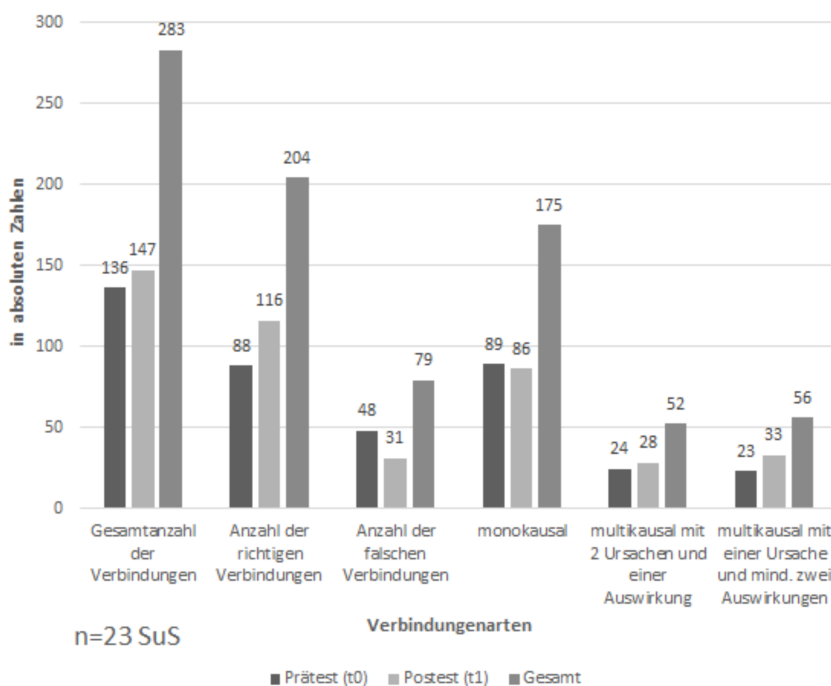


Fig. 7. Anzahl und Art geographischer Kausalstrukturen im Rahmen der Interventionsstudie (Quelle: Autor und Autorin)

durchgeführt (Fig. 9). Anschließend wurden die jeweiligen Effektstärken berechnet. Mittels t-Test für abhängige Stichproben konnte ein positiver, statistisch signifikanter Zusammenhang mit einer fast starken Effektstärke zwischen der Wirkung des Scaffolds auf den richtigen Einsatz von indikativen Wörtern ($t(22)=|2,397|$, $\rho = .0125$, $d = 0.499$) sowie einer starken Effektstärke beim Erstellen einer angemessenen Haupt-Nebensatz-Struktur ($t(22)=|2,519|$, $\rho = .010$, $d =$

0.525) nachgewiesen werden. Außerdem kann geschlussfolgert werden, dass die Intervention eine Verbesserung der inhaltlichen Richtigkeit signifikant beeinflusst ($t(22) = |2,365|$, $\rho = 0.135$) und einen fast starken Effekt ausübt ($d = 0.493$). Ein positiver signifikanter Zusammenhang des Scaffolds (Fig. 3) auf das richtige Nutzen von Fachwörtern ($\rho = .215$) und die Verwendung von Konjunktionen ($\rho = .283$) konnte nicht belegt werden (Fig. 9).

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

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

Fig. 8. Analyse einer fehlerhaften geographischen Kausalstruktur (Quelle: Autor und Autorin)

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

Im Text wurden die Daten in einen einseitigen Test umgerechnet.

Fig. 9. Ergebnisse des t-Tests zur Wirkung der Intervention auf einzelne Analysekategorien geographischer Kausalstrukturen (Quelle: Autor und Autorin)

5. Diskussion

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

5.1 Typische Probleme von Schülerinnen und Schülern bei der Formulierung von geographischen Kausalstrukturen

In Bezug auf die Forschungsfrage, welche Fehlerstrukturen vorliegen, können anhand der vorhandenen Daten und der überschaubaren Stichprobe für eine statistische Prüfung von 32 möglichen Archetypen von Fehlermustern, nur Aussagen mit eingeschränkter Belastbarkeit getroffen werden (BORTZ 1999). Die Kategorie mit der höchsten Fehlerquote trat bei der Nutzung indikativer Wörter (z.B. *führt zu*, *vermindert*) und dem Entwickeln einer kau-

salen Satzstruktur (z.B. *wenn-dann-Satz*) auf, gefolgt vom fehlerhaften Einsatz oder Gebrauch von Konjunktionen und Fachwörtern (vgl. Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 9).

Eine der Ursachen dafür könnte sein, dass vor allem indikative Wörter und die Satzstruktur die fachliche Relation, d.h. die Kennzeichnung von Ursache, Wirkung, Richtung, Stärke und Abhängigkeit sprachlich realisieren (propositionaler Akt, KLABUNDE 2018a).

Die indikativen Wörter haben eine zentrale syntaktische und semantische Funktion bei der Operationalisierung vernetzender/relationaler Denk- und Sprachoperationen. Die zu verwendenden Verbkonstruktionen stehen meist für sehr abstrakte Relationen, wie zeitliche Abhängigkeiten zwischen Systemelementen (BLÜHDORN 2006). Dies führt zu einer situativen Unklarheit über die zu gebrauchenden sprachlichen Mittel und verhindert, dass Schülerinnen und Schüler die passenden Verben oder Adverbien auswählen, um die Bedeutung der kausalen Verknüpfung kohärent zu konstruieren. Verstärkt wird die Unklarheit des Ausdrucks durch zumeist unzureichende Kenntnisse und Anwendungsfähigkeiten von grammatikalischer Komplexität, wie z.B. der passenden Wahl von Zeitform, Modus oder Aspekt des Verbes (FISCHER 2018). Dies führt dazu, dass inhaltsbezogene Bedeutungen einer kausalen Verknüpfung nicht durch syntaktische Mittel konstruiert werden können.

Erschwerend kommt hinzu, dass indikative Wörter oftmals semantisch intransparent sind. Ihre Bedeutung lässt sich nur schwer aus ihnen selbst ableiten und erklären, sodass ein fehlerhafter Einsatz wahrscheinlicher ist.

Weiterhin könnten die Fehlerursachen in nicht vorhandenen mentalen Konzepten liegen, d.h. es fehlen gelernte oder „[...] auf Erfahrungen beruhende Wissenseinheiten“ (KLABUNDE 2018b) in Bezug auf die notwendigen sprachlichen Mittel. Bedeutungen bzw. Bedeutungszuweisungen beruhen in Satzkonstruktionen auf eben jenen Konzepten, die gelernt oder situativ konstruiert werden können/müssen. Sie sind Ausdruck eines semiotischen Dreiecks aus Symbol/Zeichen, Gedanke/Bezug und einem Referenten (ODGEN & RICHARDS 1923). Auf die Verwendung der indikativen Wörter sowie die Satzkonstruktion bezogen heißt dies: Der Gedanke veranlasst einen sprachlichen Ausdruck (z.B. Bedeutungszuschreibung eines Fachwortes oder einer Relation zwischen zwei Fachwörtern), doch

zwischen dem Gebrauch (Symbol/Zeichen) einerseits und der Wahl passender Referenten andererseits treten Fehler auf, sodass Wahl und Einsatz der Verb- und Satzkonstruktion fehlerhaft erfolgen.

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

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

5.2 Einflussgrößen auf die Formulierung von geographischen Kausalstrukturen

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

Sprachliche Scaffolds haben laut der vorliegenden Studie nur eine geringe Wirkung auf eine Verbesserung der Entwicklung komplexer kausaler Sprachhandlungen als Ergebnis eines problemlösenden Denkprozesses. Diese Einschränkung gewinnt Gewicht, wenn man die multikausalen Verbindungsarten und de-

ren Veränderung in t_0 und t_1 als Indikator für Komplexität versteht. Die Ursachen dafür sind vielfältiger Art.

Einerseits könnte dies in den entwicklungspsychologisch bedingten Komplexitätsvorstellungen (u.a. PIAGET 1930) der Schülerinnen und Schüler begründet sein. Vermutlich ist fehlendes (Vor-)Wissen und (Er-)Kennen des Systems Wüste und dessen Wechselwirkungsgesamtheit ein weiterer zentraler Faktor. Zudem liegt die Vermutung nahe, dass es die Schülerinnen und Schüler inhaltlich und sprachlich überfordert, koinzidente Ursache-Wirkungs-Relationen zu erkennen, zu erklären und sprachlich angemessen zu repräsentieren (KAMINSKE 2001; BETSCH ET AL. 2011). Dadurch erfolgt eine hochgradige, individuelle und pragmatische Selektivität bei der Auswahl der Systemelemente und der Kausalverknüpfungen. Je nach Vorwissen und Interesse wird einem beliebigen Sachverhalt eine Ursache zugeordnet und diese Relation versprachlicht (BLÜHDORN 2006). Monokausale Verknüpfungen entsprechen eher dem linearen Kausalverständnis der Schülerinnen und Schüler, sodass eine umfassende Vernetzung nicht stattfindet (vgl. auch Kap. 5.3). Dies wiederum verhindert die Entwicklung von komplexen, systemischen Denkstrategien und damit eines elaborierten Verständnisses von Komplexität. Es bleibt bei einem vorrangig eindimensionalen Zugriff auf das Thema als Ausdruck einer unterrichtsbedingten Denktradition oder Zugriffsstrategie. Fehlende Denkwerkzeuge und ein unzureichendes Strategiewissen im Umgang mit komplexen Inhalten und Lernaufgaben könnte ebenso ein Grund für die Dominanz monokausaler Verknüpfungen sein (MEHREN ET AL. 2015; vgl. Kap. 5.3).

5.3 Einfluss der Intervention auf die Formulierung von geographischen Beziehungen

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

Einen nur sehr geringen Einfluss haben Scaffolds auf das Erkennen der Fachwörter und das Arbeiten mit diesen als Systemelementen. Weder bei der Extraktion noch beim Verständnis des Systemelements, welches durch ein Fachwort repräsentiert wird, steigt die Richtigkeit durch den Einsatz eines sprachlichen Scaffolds signifikant. Begründet werden könnte dies nach Ansicht der Autoren mit unzureichendem inhaltlichen Wissen und dem hohen Abstraktionsgrad von Fachwörtern (BLÜHDORN 2006; KLABUNDE 2018b). Zwar ist die Richtigkeit der Nutzung von Fachwörtern in beiden Erhebungen gut, allerdings haben die Schülerinnen und Schüler große Schwierigkeiten, diese als Elemente eines Systems zu begreifen, die in ein mannigfaltiges Geflecht von Beziehungen eingebettet sind. Hier leisten sprachliche Scaffolds nur einen eingeschränkten Beitrag zur Formulierung geographischer Kausalstrukturen.

6. Ausblick und Implikationen für den Unterricht

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

Relation zuordnen (Kap. 4.1 und Kap. 5.1). Des Weiteren hat das Scaffold kaum Wirkung auf die Entwicklung multikausaler Verknüpfungen (Kap. 4.2 und Kap. 5.2). Auf Grundlage unserer Ergebnisse sowie des bisherigen Forschungsstands bedarf es daher für die kohärente Versprachlichung geographiebezogener Kausalstrukturen einer ganzheitlichen Förderung in einer inhaltlichen, sprachlichen und strategischen Dimension, die sich in der Unterrichtsplanung- und -realisierung ausdrückt.

Inhaltlich sollte eine Verlangsamung des Lernens (HERRMANN 2009) sowie ein lernerzentriertes, kleinschrittiges, differenzierendes Vorgehen auf einer sprachlichen und inhaltlichen Ebene (WILLIS & WILLIS 2011; WEIS 2013) beachtet werden. Ungerichtete, explorative Aufgabenstellungen (SWELLER 1988), die von einem wesentlichen Element (Zentralreduktion) ausgehen und eine komplexer werdende Vernetztheit fördern, könnten diese Verlangsamung unterstützen (DÖRNER 2000).

Sprachlich wäre für die Extraktion von Systemelementen und für die Vernetzung notwendiger Informationen das Anwenden von Lesestrategien für diskontinuierliche und kontinuierliche Texte von großer Bedeutung (LEISEN 2012). Grundlegend gilt, dass für die

Ausbildung von selbstregulativen Fähigkeiten (ROTH 2009) und komplexen Denkstrategien sowie zur Erhöhung der Sprachbewusstheit, umfangreiche Feedback- und Metakognitionsphasen ermöglicht werden sollten (HASSELHORN 1992; MORAWSKI & BUDKE 2019).

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

Literatur

- BETSCH, T., FUNKE, J., & PLESSNER, H. (2011). *Denken - Urteilen, Entscheiden, Problemlösen: Allgemeine Psychologie für Bachelor*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- BETTE, J. (2014). Raumanalyse und Raumkonzepte: Planung und Durchführung von mehrperspektivischen und systemorientierten Raumanalysen in der Einführungsphase der Oberstufe am Beispiel Amazoniens. *Geographie aktuell und Schule*, 36, S. 21-40.
- BLÜHDORN, H. (2006). [Kausale Satzverknüpfungen im Deutschen](#). *Pandaemonium germanicum*, 10, S. 253-282.
- BLOMBERG, J., & JESSEN, M. (2018). Einführung in die kognitive Linguistik. In M. JESSEN, J. BLOMBERG & J. ROCHE (Hg.), *Kompendium DaF/DaZ Band 2. Kognitive Linguistik* (S. 17-42). Tübingen: Narr/Francke/Attempto.
- BOLLMANN-ZUBERBÜHLER, B., FRISCHKNECHT-TOBLER, U., KUNZ, P., NAGEL, U., & WILHELM-HAMITI, S. (2010). *Systemdenken fördern: Systemtraining und Unterrichtsreihen zum vernetzten Denken; 1. - 9. Schuljahr. Impulse zur Unterrichtsentwicklung*. Bern: Schulverlag Plus.
- BORTZ, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- BRAUN, B., BREMM, A., & CLASSEN, K. (2017). *Diercke - Geographie*. Braunschweig: Westermann.
- BREINDL, E., & WALTER, M. (2009). *Der Ausdruck von Kausalität im Deutschen: Eine korpusbasierte Studie zum Zusammenspiel von Konnektoren, Kontextmerkmalen und Diskursrelationen*. Amades, Band 38. Mannheim: Institut für Deutsche Sprache.
- BROCKMÜLLER, S., VOLZ, D., & SIEGMUND, A. (2016). Der Einsatz experimenteller Arbeitsweisen zur Förderung geographischen Systemverständnisses bei Schüler/innen und Lehramtsstudierenden. In K.-H. OTTO (Hg.), *Geographie und naturwissenschaftliche Bildung - Der Beitrag des Faches für Schule, Lernlabor und Hochschule: Dokumentation des 21. HGD-Symposiums im März 2015 in Bochum. Geographiedidaktische Forschungen (Band 63)* (S. 104-123). Münster: Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat.
- BROOKS, C. (2016). Scaffolding im Geographieunterricht. In A. UHLENWINKEL (Hg.), *Essays zur Didaktik der Geographie* (S. 49-54). Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.
- BUDKE, A., & KUCKUCK, M. (2017). Sprache im Geographieunterricht. In A. BUDKE & M. KUCKUCK (Hg.), *Sprache im Geographieunterricht. Bilinguale und sprach sensible Materialien und Methoden* (S. 7-35). Münster: Waxmann.
- BUDKE, A. (2013) Einstiege. In M. ROLFES & A. UHLENWINKEL (Hg.), *Essays zur Didaktik der Geographie. Potsdamer Geographische Praxis (Band 6)* (S. 21-30). Potsdam: UVP.

- BUDKE, A., & MEYER, M. (2015). Fachlich argumentieren lernen. Die Bedeutung der Argumentation in verschiedenen Schulfächern. In A. BUDKE, M. KUCKUCK, M. MEYER, F. SCHÄBITZ, K. SCHLÜTER & G. WEISS (Hg.), *Fachlich argumentieren lernen: Didaktische Forschungen zur Argumentation in den Unterrichtsfächern* (S. 9-30). Münster: Waxmann.
- COHEN, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioural Science*. New Jersey: Routledge.
- CUMMINS, J. (1979). Cognitive/Academic Language Proficiency, Linguistic Interdependence, the Optimum Age Question and Some Other Matters. *Working Papers on Bilingualism*, 19, pp. 121-129.
- CUMMINS, J. (2008). BICS and CALP: Empirical and Theoretical Status of the Distinction. In N. H. HORNBERGER (ed.), *Encyclopaedia of Language and Education (Vol. 62)* (pp. 487-499). New York: Springer US.
- CZAPEK, F.-M. (2014). Denken und Schreiben in Zusammenhängen: Eine vernachlässigte Aufgabe im Geographieunterricht. *Praxis Geographie*, 44,, S. 10-14.
- DGFG (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOGRAPHIE) (2020). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss: mit Aufgabenbeispielen*. Bonn: Selbstverlag.
- DIECKMANN, J. (2004). *Luhmann-Lehrbuch*. München: Fink.
- DÖRING, N., & BORTZ, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- DÖRNER, D. (2000). *Die Logik des Mißlingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek: Rowohlt.
- EDELMANN, W., & WITTMANN, S. (2019). *Lernpsychologie*. Weinheim, Basel: Beltz.
- FISCHER, K. (2018). Grammatische Komplexität und semantische Transparenz in deutschen und englischen Satzstrukturen. In H. KÄMPER, P. STORJOHANN & S. ENGELBERG (Hg.), *Germanistische Sprachwissenschaft um 2020 (Band 2 Wortschatz: Theorie, Empirie, Dokumentation)* (S. 91-124). Berlin, Bosten: De Gruyter.
- FOTHERGILL, A. (2008). *Planet Erde* (Dokumentation). London: BBC.
- FÖGELE, J., MEHREN, R., & REMPLER, A. (2020). [Tipping Points - Schlüssel zum tiefgründigen Verständnis komplexer dynamischer Systeme bei Lernenden?](#) *Zeitschrift für Geographiedidaktik | Journal of Geography Education*, 48, S. 83-100.
- FROHNING, D. (2007). *Kausalmarker zwischen Pragmatik und Kognition: Korpusbasierte Analysen zur Variation im Deutschen*. Linguistische Arbeiten, Band 516. Berlin, Boston: De Gruyter.
- GIBBONS, P. (2015). *Scaffolding Language Scaffolding Learning: Teaching English Language Learners in the Mainstream Classroom*. Portsmouth: Heinemann.
- HASSELHORN, M. (1992). Metakognition und Lernen. In G. NOLD (Hg.), *Lernbedingungen und Lernstrategien- welche Rolle spielen kognitive Verstehensstrukturen?* (S. 35-63). Tübingen: Narr.
- HERRMANN, U. (2009). Neurodidaktik - Neue Wege des Lehrens und Lernens. In U. HERRMANN (Hg.), *Beltz-Pädagogik. Neurodidaktik: Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen* (S. 9-16). Weinheim, Basel: Beltz.
- HEUZEROTH, J. (2018). Alleinstehende, Greise und kleine Kaiser? Die Bevölkerungsentwicklung Chinas mittels Zukunftsszenarien erarbeiten. *geographie heute*, 39, S. 17-21.
- HEUZEROTH, J. (2019). Wir nehmen mehr, als das Mehr geben kann: Die Tragik der Allmende spielerisch entdecken. *Praxis Geographie*, 49, S. 14-18.
- HOBERG, U., & HOBERG, R. (2011). *Duden, Deutsche Grammatik. Duden pur*. Mannheim, Zürich: Dudenverlag.
- KAMINSKE, V. (2001). Strategien des Zugriffs auf vernetzte Raumsachverhalte. *Geographie aktuell und Schule*, 23, S. 15-23.
- KLABUNDE, R. (2018a). Pragmatik- sprachliches Schließen und Handeln. In S. DIPPER, R. KLABUNDE & W. MIHATSCH (Hg.), *Linguistik: Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten* (S. 128-144). Berlin Heidelberg: Springer.
- KLABUNDE, R. (2018b). Semantik- die Bedeutung von Wörtern und Sätzen. In S. DIPPER, R. KLABUNDE & W. MIHATSCH (Hg.), *Linguistik: Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten* (S. 106-125). Berlin Heidelberg: Springer.

- KNIFFKA, G. (2019). Scaffolding. In *Sprache im Fach*. Aufgerufen am 19.03.2021 unter <https://epub.ub.uni-muenchen.de/61965>.
- KÖCK, H. (2001). Typen vernetzenden Denkens im Geographieunterricht. *Geographie und Schule*, 23, S. 9–14.
- LEISEN, J. (2012). *Der Umgang mit Sachtexten im Fachunterricht*. Aufgerufen am 19.03.2021 unter www.leseforum.ch
- LEISEN, J. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fach: Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis; Grundlagenwissen, Anregungen und Beispiele für die Unterstützung von sprachschwachen Lernern und Lernern mit Zuwanderungsgeschichte beim Sprechen, Lesen, Schreiben und Üben im Fach*. Stuttgart: Klett Sprachen.
- LUFT, C., MANZEL, S., & NAGEL, F. (2015). *Scaffolding als Unterstützungssystem im sprachsensiblen Fachunterricht: Ansätze einer textsortenorientierten Sprachbildung im Politikunterricht*. Aufgerufen am 19.03.2021 unter <https://cives-school.de/wp-content/uploads/2015/11/CIVES-Forum3.pdf>
- LUHMANN, N. (2018). *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- MEHREN, R., REMPFLER, A., & ULRICH-RIEDHAMMER, E. M. (2014). Denken in komplexen Zusammenhängen: Systemkompetenz als Schlüssel zur Steigerung der Eigenkomplexität von Schülern. *Praxis Geographie*, 44, S. 4–8.
- MEHREN, R., REMPFLER, A., ULRICH-RIEDHAMMER, E., BUCHHOLZ, J., & HARTIG, J. (2015). Wie lässt sich Systemdenken messen? Darstellung eines empirisch validierten Kompetenzmodells zur Erfassung geographischer Systemkompetenz. *Geographie aktuell und Schule*, 37, S. 4–15.
- MICHALAK, M. (Hg.) (2017). *Sprache als Lernmedium im Fachunterricht: Theorien und Modelle für das sprachbewusste Lehren und Lernen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- MICHALAK, M., & MÜLLER, B. (2017). Durch Sprache zum systemischen Denken. In H. ARNDT (Hg.), *FAU Lehren und Lernen: Systemisches Denken im Fachunterricht* (Band 2) (S. 111–138). Erlangen: FAU University Press.
- MORAWSKI, M., & BUDKE, A. (2019). How Digital and Oral Peer Feedback Improves High School Students' Written Argumentation—A Case Study Exploring the Effectiveness of Peer Feedback in Geography. *Education Sciences*, 9, 178 (S. 1–28).
- MÜLLER, B. (2016). *Komplexe Mensch-Umwelt-Systeme im Geographieunterricht mit Hilfe von Argumentationen erschließen: Am Beispiel der Trinkwasserproblematik in Guadalajara (Mexiko)* (Dissertation). Aufgerufen am 19.03.2021 unter <https://kups.ub.uni-koeln.de/7047/>
- NOCIK, L. R., & BASSOK, M. (2005). Problem Solving. In K. HOLYOAK & R. MORRISON (Ed.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (pp. 321–350). Cambridge: Cambridge University Press.
- ODGEN, C. K., & RICHARDS, I. A. (1923). *The Meaning of Meaning*. London: Routledge & Kegan Paul.
- OLESCHKO, S., WEINKAUF, B., & WIEMERS, S. (2016). *Praxishandbuch Sprachbildung Geographie: Sprachsensibel unterrichten- Sprache fördern*. Stuttgart: Ernst Klett Sprachen.
- PIAGET, J. (1930). *The Child's Conception of Physical Causality*. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co. Ltd.
- RASCHKE, N. (2018). Concept Maps. Systematisierung und Visualisierung systemischen Denkens. *Praxis Geographie*, 48, S. 48–51.
- REMPFLER, A., & UPHUES, R. (2011a). Für ein adäquates Verständnis von Geosystemen. *Geographie aktuell und Schule*, 33, S. 4–10.
- REMPFLER, A., & UPHUES, R. (2011b). Systemkompetenz und Ihre Förderung im Geographieunterricht. *Geographie aktuell und Schule*, 33, S. 22–33.
- RHODE-JÜCHTERN (2001). Vernetztes Denken-Zauberwort mit Januskopf. *Geographie und Schule*, 23, S. 3–8.
- RIESS, W., SCHULER, S., & HÖRSCH, C. (2015). Wie lässt sich systemisches Denken vermitteln und fördern? Theoretische Grundlagen und praktische Umsetzung am Beispiel eines Seminars für Lehramtsstudierende. *Geographie aktuell und Schule*, 37, S. 16–29.
- ROTH, G. (2009). Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? In U. HERRMANN (Hg.), *Beltz-Pädagogik. Neurodidaktik: Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen* (S. 58–68). Weinheim, Basel: Beltz.

- SCHULER, S., VANKAN, L., & ROHWER, G. (Hg.) (2017). *Diercke - Methoden: Denken lernen mit Geographie*. Braunschweig: Westermann.
- SHADISH, W. R., COOK, T. D., & CAMPBELL, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs: Designs for Generalized Causal Inference*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- STEIN, P., & BEKALARCZYK, D. (2010). *Analyse von Paneldaten - Ein Abriss ausgewählter Verfahren*. Aufgerufen am 19.03.2021 unter <https://www.uni-due.de/imperia/md/content/soziologie/stein/panelanalyse.pdf>
- SCHWARZE, S. (2019). Sprachsensibler Geographieunterricht. In Y. DANILOVICH & G. PUTJATA (Hg.), *Edition Fachdidaktiken. Sprachliche Vielfalt im Unterricht: Fachdidaktische Perspektiven auf Lehre und Forschung im DaZ-Modul* (S. 107-122). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- SCHWARZE, S. (2017). Das Prinzip des Scaffolding zur Förderung von Erschließungs- und Verbalisierungsprozessen von Klimadiagrammen im Geographieunterricht. In A. BUDKE & M. KUCKUCK (Hg.), *Sprache im Geographieunterricht: Bilinguale und sprachensible Materialien und Methoden* (S. 141-155). Münster: Waxmann.
- SWEENEY, L. B., & MEADOWS, D. L. (2010). *The Systems Thinking Playbook: Exercises to Stretch and Build Learning and Systems Thinking Capabilities*. White River Junction: Chelsea Green.
- SWELLER, J. (1988). [Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning](#). *Cognitive Science*, 12, pp. 257-285.
- UHLENWINKEL, A. (2013). Geographische Konzepte denken mithilfe von geographischen Konzepten. *Praxis Geographie*, 43, S. 4-7.
- VESTER, F. (2015). *Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität; ein Bericht an den Club of Rome*. München: Dt. Taschenbuch-Verlag.
- VYGOTSKIJ, L. S., & COLE, M. (1981). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- WEIS, I. (2013). *DaZ im Fachunterricht: Sprachbarrieren überwinden - Schüler erreichen und fördern*. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.
- WILLIS, D., & WILLIS, J. R. (2011). *Doing Task-based Teaching*. *Oxford Handbooks for Language Teachers*. Oxford: Oxford University Press.