



GDSU - Journal

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V.

Juli 2021, Heft 11

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Informationen sind im Internet unter: <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

2021 © by GDSU – INFO (www.gdsu.de)

Herausgeberin der Reihe: GDSU e.V.

Herausgeber des Bandes:

Hartmut Giest, Melanie Haltenberger, Andreas Hartinger, Julia Kantreiter und Kerstin Michalik

Redaktion:

Hartmut Giest und Kerstin Michalik

Published in Germany

ISSN 2196-9191

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Herausgebenden unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien.

***Gesellschaft für Didaktik des
Sachunterrichts e.V.***

GDSU – Journal

Juli 2021, Heft 11

Inhalt

Editorial

*Hartmut Giest, Melanie Haltenberger, Andreas Hartinger,
Julia Kantreiter und Kerstin Michalik* 7

Sprache im konzeptorientierten Sachunterricht

*Eva Freytag, Christiana Glettler, Kerstin Schmidt-Hönig,
Stefan Jarau, Peter Holl und Astrid Huber* 9

„Das habt ihr jetzt ja oft genug gemacht!“ – Einfluss von „Nonverbalitäten“ in der Lehrer*innen-Schüler*innen-Interaktion auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Experimentieren

Pascal Kihm und Markus Peschel 24

Inklusion oder Exklusion durch Sprache – eine netzwerkanalytische Studie zur Einbindung aller Schülerinnen und Schüler in informelle Klassenstrukturen in Grundschulen in NRW

Miriam Kuckuck und Claudia Henrichwark 40

Verstehensprozesse und Sprache im Bereich der technischen Perspektive des Sachunterrichts

Svantje Schumann 53

Sache und Sprache? – Zur Rekonstruktion impliziten Wissens beim freien Explorieren

Florian Schütte 87

„Also ein Schall bleibt halt ein bisschen“ – kindliche Wahrnehmungen des Begriffskonstrukts „Schall“

Sonja Isabel Veith 100

Sprachhandeln und Sachlernen

Bernd Wagner 114

Autorinnen und Autoren 125

Editorial

Die elfte und die unmittelbar nachfolgende zwölfte Ausgabe des GDSU-Journals enthalten Beiträge, die den auf der Jahrestagung 2020 in Augsburg geführten Diskurs vertiefen und erweitern sollen. Daher gehen einiger dieser über den durch das Tagungsthema abgesteckten Rahmen hinaus. Das betrifft vor allem die Artikel in der zwölften Ausgabe des GDSU-Journals. Damit soll dazu beigetragen werden, den wissenschaftlichen Diskurs innerhalb der GDSU im zurückliegenden Jahr genauer zu dokumentieren.

Im Journals wird, im Gegensatz zu den stark im Textumfang reglementierten Beiträgen des Jahresbandes, die Möglichkeit geboten, ein Thema ausführlicher darzustellen und zu diskutieren, wovon viele Autorinnen und Autoren gern Gebrauch machen. Ferner besteht im Blog der GDSU die Möglichkeit, den Diskurs über die dargestellten Inhalte zu führen, wozu wir nachdrücklich auffordern wollen.

Im vorliegenden Band liegt der Schwerpunkt auf dem Thema Sprache und Sachunterricht. *Eva Freytag*, *Christiana Glettler*, *Kerstin Schmidt-Hönig*, *Stefan Jarau*, *Peter Holl* und *Astrid Huber* widmen ihren Beitrag genau diesem Thema. Dabei beantworten sie die Frage nach der Bedeutung der Sprache beim begrifflich orientierten Lehren und Lernen im Sachunterricht. Anhand eines neu entwickelten Lehr-Lern-Modells für den Sachunterricht der Grundschule wird erläutert, wie das Ziel verfolgt werden kann, Lehrkräften Zugänge zur Planung, Entwicklung und Umsetzung eines konzept- und verstehensorientierten und zugleich sprachsensiblen Sachunterrichts zu eröffnen. *Pascal Kihm* und *Markus Peschel* untersuchen in ihrer Studie den Einfluss von „Nonverbalitäten“ in der Lehrer*innen-Schüler*innen-Interaktion auf das Aushandeln von Selbstbestimmung beim Experimentieren. Sie können zeigen, wie bedeutend der Einfluss dieser nonverbalen Botschaften der Lehrkraft für das Handeln der Schüler*innen ist. *Miriam Kuckuck* und *Claudia Henrichwark* widmen ihren Artikel den Problemen der Integration von Kindern mit Migrationshintergrund in informelle Netzwerke der Kommunikation in Grundschulklassen in NRW. Sie können zeigen, dass Kinder mit einem Migrationshintergrund gut innerhalb ihrer Schulklasse integriert sind, was jedoch nicht in gleichem Maße für Beziehungen aus der Klasse heraus gilt. *Svantje Schumann* beleuchtet in ihrem Beitrag theoretische Grundlagen des Verhältnisses zwischen Verstehensprozessen und Sprache im Bereich der technischen Perspektive des Sachunterrichts. Sie konkretisiert

das Problem Sprache und begriffliches Lernen anhand des Inhalts elektrischer Stromkreis. *Florian Schütte* argumentiert zum gleichen Inhalt. Er untersucht das Verhältnis von Sache und Sprache anhand einer naturwissenschaftlich-technischen Lernsituation, in der Kinder nach Ursachen des Nicht-Funktionierens eines elektrischen Stromkreises suchten. Im Rahmen einer qualitativen Studie wird gezeigt, wie implizites Wissen beim freien Explorieren rekonstruiert werden kann. *Sonja Isabel Veith* berichtet über eine phänomenologische Studie in deren Rahmen sie anhand des naturwissenschaftlichen Inhaltes „Schall“ zeigt, wie die sprachliche Entwicklung und die Wahrnehmung von Phänomenen untrennbar miteinander verwoben sind. *Bernd Wagner* untersucht in seinem Beitrag das Verhältnis von Sprachhandeln und Sachlernen. Dazu analysiert er verbale Darstellungen von Kindern, die im Museum mit Sammlungsobjekten konfrontiert wurden. Die Studie macht deutlich, dass und wie in Sammlungsobjekten Perspektiven auf und Konzepte von Kultur materialisiert sind, durch die eine Motivation zu sprachlichen Äußerungen und Sprachhandeln gefördert werden kann.

Wir freuen uns auf die entsprechenden Diskussionen und empfehlen der Leserschaft die Beiträge zur sorgfältigen und interessierten Lektüre.

Hartmut Giest, Melanie Haltenberger, Andreas Hartinger, Julia Kantreiter und
Kerstin Michalik

Sprache im konzeptorientierten Sachunterricht

Eva Freytag, Christiana Glettler, Kerstin Schmidt-Hönig, Stefan Jarau, Peter Holl und Astrid Huber

Austria will implement a new curriculum for primary school teaching, which is based on reflexive basic education and focusses on competence acquisition. Parallel to the development of this new curriculum, a new framework for teaching fundamental General Studies (Sachunterricht) has been developed in a concept-oriented way. In this article we follow the leading question “which role does language play in the concept-oriented teaching of fundamental General Studies”. The first part is concerned with language in the newly developed curriculum. In the second part we focus on the role of language in connection with conceptual thinking, before showing concrete examples of the way language teaching is intertwined with fundamental General Studies in different teaching settings. We finish with a summary of our deliberations and an outlook to the next steps of developing the new framework.

1. Einleitung

Der Sachunterricht in Österreich befindet sich aktuell in einer Umbruchphase. Im Schuljahr 2023/24 soll ein neuer Lehrplan in Kraft treten. Dieser setzt auf reflexive Grundbildung, ist kompetenzorientiert ausgerichtet und integriert ausgewählte Konzepte der Bezugsfächer des Sachunterrichts. Parallel zur Entwicklung des neuen Lehrplans wurde ein Lehr-Lern-Modell entwickelt (Freytag 2020), das Möglichkeiten aufzeigt, einen auf Kompetenzentwicklung ausgerichteten Sachunterricht konzeptorientiert umzusetzen. Besondere Aufmerksamkeit wird in diesem Zusammenhang dem kognitiven Aspekt der Verständniseentwicklung der Lernenden geschenkt. Dieser Prozess des Verstehens, den Lernende vollziehen, ist in einem *verstehensorientierten* Sachunterricht zentral. Das Lehr-Lern-Modell soll Primarstufenlehrer*innen didaktische Planungs- und Handlungselemente liefern, um Lernende, orientiert an Konzepten, in ihren Verstehensprozessen zu unterstützen. Konzepte sind hier zweifach zu verstehen. Einmal als fachliche Konzepte, die spezifisch für fachliche Inhalte der Bezugsdisziplinen des Sachunterrichts stehen, beispielweise Konzepte zu den Konstrukten

Dichte, Auftrieb oder politische Wahlen. Zum anderen als Konzepte, die den fachlichen Konzepten übergeordnet sind, beispielweise *Struktur und Funktion* oder *System und Wechselwirkung*. Insgesamt soll die didaktisch aufbereitete Einbeziehung fachlicher und übergeordneter Konzepte die Verstehensprozesse der Lernenden unterstützen und einen Zugang zum Vernetzen von diversen Inhalten aus den Erfahrungs- und Lernbereichen bzw. Perspektiven des Sachunterrichts sowie von komplexer werdenden Inhalten innerhalb eines Wissensgebietes schaffen. Auf diese Weise könnte die Anschlussfähigkeit an die Fächer der Sekundarstufe erleichtert werden.

Insgesamt widmet sich dieser Beitrag der zentralen Frage „Welche Rolle spielt Sprache im konzept- und verstehensorientierten Sachunterricht?“ In einem ersten Teil wird dazu der Zugang zum Thema Sprache im Sachunterricht im Paradigma des neuen kompetenzorientierten österreichischen Lehrplans für die Volksschule dargestellt. Im zweiten Teil wird Sprache im Zusammenhang mit an Konzepten orientierten Verstehensprozessen der Lernenden beleuchtet, bevor im dritten Teil auf die Rolle der Sprache in entsprechenden Lehr-Lernsettings eingegangen wird. Den Abschluss bilden ein Resümee der dargestellten Überlegungen sowie ein Ausblick auf weitere Schritte, die den sprachlichen Aspekt im verstehensorientierten Sachunterricht betreffen und im Zusammenhang mit geplanten Pilotierungsprojekten des Lehr-Lern-Modells stehen.

2. Die Bedeutung der Sprache im neuen Lehrplan für den Sachunterricht in Österreich

Sprache im Sachunterricht ist zugleich ein Medium des Lernens und ein Ziel, das im Laufe der Schulzeit an Bedeutung gewinnt. Dies ist auf der einen Seite selbstverständlich, sicht- und hörbar, gerade im Anfangsunterricht, wenn Schüler*innen die Kulturtechniken des Lesens und Schreibens gerade erst erlernen. Hier können Lehrpersonen im Sachunterricht diese noch nicht als gegebene Kompetenzen annehmen. Auf der anderen Seite wird dieses Faktum oft unter der Prämisse ignoriert, dass die Sprachentwicklung der Schüler*innen als natürlicher Prozess, quasi nebenbei passiert (Quehl & Trapp 2013).

Der neue kompetenzorientierte, zurzeit noch in Erarbeitung befindliche, Lehrplan 2020 (BMBWF 2020) für die Primarstufe (Schmidt-Hönig 2020) hebt die Sprachliche Bildung bereits als übergreifendes Thema in seinem allgemeinen Teil hervor. Durch die gezielte sprachliche Förderung sollen vorhandene Poten-

ziale der Schüler*innen gefördert sowie mehr Bildungsgerechtigkeit ermöglicht werden.

*„Für Sprachhandlungen im Unterricht sind neben fachlichem Wissen bildungssprachliche Kompetenzen notwendig [...]. Sprachlich handlungsfähig zu sein, bedeutet daher, [...] dass Schüler*innen in den sprachlichen Teilbereichen Hörverstehen, Leseverstehen, Sprechen und Schreiben bildungssprachliche Kompetenzen benötigen“ (BMBWF 2020, 14).*

Als übergreifendes Thema ist die sprachliche Bildung für alle Fächer verbindlich umzusetzen. Der Lesekompetenz, vor allem dem Leseverstehen, kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Im Lehrplan werden Sprachkompetenzen als perspektivenerweiternd für die persönliche Weiterbildung und berufliche Entwicklung angesehen. Dabei wird der Förderung der Herkunftssprachen eine wichtige Rolle zugeschrieben. Der Fremdsprachenunterricht, auch der Minderheitensprachen der ansässigen Volksgruppen, zielt darüber hinaus darauf ab, „das Sprachenrepertoire der Schülerinnen und Schüler zu erweitern“ (BMBWF 2020, 14). Als übergreifendes Thema „Sprachliche Bildung“ werden im Lehrplan 2020 für die Primarstufe folgende Kompetenzziele ausgewiesen: Die Schüler*innen können:

- *„zwischen Alltags- und Bildungssprache unterscheiden und unter Anleitung bildungssprachlich handeln,*
- *einem dem Alter der Kinder entsprechend bildungssprachlich formulierten Text die wesentlichen Informationen entnehmen,*
- *Lesestrategien zur Erschließung eines Textes anwenden (global lesen, selektiv lesen, vertiefend lesen),*
- *Vorgänge, Phänomene und Prozesse unter Anwendung von fachspezifischem Wortschatz beschreiben, erklären und begründen,*
- *Ähnlichkeiten von und Unterschiede zwischen Sprachen und Sprachverhalten erkennen“ (BMBWF 2020, 14).*

Im zukünftigen Fachlehrplan für den Sachunterricht (BMBWF 2020) erfolgt die verpflichtende Verankerung der sprachlichen Bildung in den didaktischen Grundsätzen. Sie erfolgt nach dem Prinzip: fachsensibler Sprachunterricht – sprachsensibler Fachunterricht. In diesem Sinne werden Sachlichkeit und Sprachlichkeit konsequent miteinander verbunden. Ausgehend von der kindlichen Alltagssprache soll über die thematische Auseinandersetzung mit Inhalten eine Schul- und Bildungssprache entwickelt werden. Diese Entwicklung inkludiert, dass Schüler*innen lernen, einander aufmerksam zuzuhören, sich in

Kommunikationssituationen verständlich auszudrücken und sich konstruktiv an Gesprächen zu beteiligen. Der Fokus dabei liegt auf Kommunikations- und Interaktionsprozessen, die Lernende wahrnehmen und narrativ reflektieren (BMBWF 2020).

Bedeutsam sind hier die persönliche Auseinandersetzung mit Lerngegenständen und der Austausch mit anderen sowie das gemeinsame Annähern an einen Sachverhalt, um, wie Gallin und Ruf (2010) beschreiben, die eigenen Erkenntnisse im erzählenden Austausch mit anderen zu vertiefen und den eigenen Horizont zu erweitern. Hierbei fällt der Zeit, die Schüler*innen aktiv mit Sprachhandlungen beschäftigt sind, eine entscheidende Rolle zu, denn, wie bereits Wagenschein (1986, 74) erkannte: „Das wirkliche Verstehen bringt uns das Gespräch“. Dieser Prämisse schließen sich auch neuere Erkenntnisse aus der Lehr-Lern-Forschung an. So schreiben Aufschnaiter und Aufschnaiter (2005), dass sich das Verständnis bzw. das Verstehen erst über die Sprache entwickelt. Eine zentrale Aufgabe des Unterrichts im Allgemeinen und des Sachunterrichts im Speziellen besteht daher darin, ausgehend von der Alltagssprache der Schüler*innen, eine Schul- und Bildungssprache zu entwickeln. Unter Bildungssprache wird hier in Anlehnung an Quehl und Trapp (2013) die Beherrschung von sprachlichen Kompetenzen verstanden, die es Schüler*innen ermöglichen, sich fortlaufend und zunehmend selbstständig Bildung anzueignen. Sie unterscheidet sich von der Alltagssprache, laut Habermas (1977, 39):

„durch die Disziplin des schriftlichen Ausdrucks und durch einen differenzierteren, Fachliches einbeziehenden Wortschatz; andererseits unterscheidet sie sich von Fachsprachen dadurch, daß [sic] sie grundsätzlich für alle offensteht, die sich mit den Mitteln der allgemeinen Schulbildung ein Orientierungswissen verschaffen können“.

Es geht bei der Beschäftigung mit der Bildungssprache also um die Regelung des Zugangs zu gesellschaftlicher Partizipation und um die Verteilung des Wissens in der Gesellschaft. In diesem Zusammenhang kommt dem Schulbesuch eine besondere Bedeutung zu, da Kinder, je nach familiärem Hintergrund, sehr unterschiedliche sprachliche Voraussetzungen mitbringen. Je nach Herkunft lernen Kinder in ihren familiären Kontexten alltägliche Sprachformen kennen, die sich hinsichtlich ihrer Komplexität und des Maßes, in dem darin ihre Bedeutung explizit gemacht wird, unterscheiden (Bernstein 1971, 1999). Darüber hinaus lassen sich die alltäglich-kommunikativen sprachlichen Mittel deutlich von einer Bildungssprache unterscheiden (Gantefort & Roth 2010).

Die Aufgabe, Bildungssprache zu vermitteln, bedeutet einen Schwerpunkt auf das Sprechen und dialogische Entwickeln einer Sprachkompetenz zu legen. Zudem kommt dem Aufbau von Lesekompetenz, vor allem der Lesestrategien zur Erschließung von (Sach-)Texten eine große Bedeutung zu. Um all diese Ziele zu erreichen, braucht es didaktische Wege, um sprachliche Kompetenzen zu vermitteln, die Kinder benötigen, um sich fortwährend neues Wissen zu erschließen (Quehl & Trapp a.a.O.). Hier hat der Sachunterricht eine besonders große Bedeutung, „da in diesem der Grundstein für die (fach-)sprachliche Entwicklung in acht Fächern der Sekundarstufe I [...] gelegt wird, d.h. für alle naturwissenschaftlichen und gesellschaftswissenschaftlichen Themenbereiche“ (Benholz & Rau 2011, 1).

Mit der Entwicklung eines neuen Lehr-Lern-Modells für den Sachunterricht wurde ein Versuch unternommen, derartige didaktische Wege für Primarstufenlehrer*innen leichter zugänglich zu machen. Damit verbundenes Ziel ist es, Primarstufenlehrer*innen theoretisches Verständnis und gleichsam Werkzeuge für die Gestaltung und Umsetzung eines verstehens- und konzeptorientierten Sachunterrichts, in dem Sprache facettenreich eingesetzt wird, zu vermitteln. Im folgenden Abschnitt wird die Rolle der Sprache für die Anregung von Verstehensprozessen der Lernenden unter Einbeziehung von fachlichen und übergeordneten Konzepten näher betrachtet.

3. Sprache im konzeptorientierten Sachunterricht

Eine reflexive naturwissenschaftliche Grundbildung ist das Fundament evidenzbasierter Bewertungen und Entscheidungen für bewusstes Handeln (Aufschnaiter & Prechtl 2018). Heranwachsende sollen fähig werden, für sie relevantes Wissen aus der kontinuierlich zunehmenden Informationsmasse strukturiert und reflektiert zu erschließen sowie auf Basis von Argumenten eigenaktiv Entscheidungen zu treffen (Greiner, Kaiser, Kühberger, Maresch, Oesterhelt & Weiglhofer 2019). Zugänge zu Bildung, die urteilsfähig macht, zu schaffen, erfordert Lerngelegenheiten, die sich an fachlichen Konzepten orientieren, auf das Verstehen von Inhalten fokussieren und dabei einen kindgemäß adäquaten Verstehensprozess berücksichtigen. Dieser setzt konsequent bei der Erfahrungswelt der Lernenden und bei der Einbeziehung kognitiver Auseinandersetzungsaktivitäten an. Für einen Erkenntniszuwachs sind das Erfahren und Handeln, das innere Sprechen (Denken), das Sprechen über eine Sache und das Sprechen über eine

Sache mit anderen bedeutsam. Im kognitiven Prozess der Aufnahme und Verarbeitung von Sachinformationen sind Denken und Sprache Zuarbeiter der Wissenskonstruktion. Sprache ist im Prozess der Verständnisenwicklung Benennungs-, Verknüpfungs- und Erklärungsmittel des selbst Gedachten (Vygotskij 2002, übersetzt nach dem Original aus Russland von 1934). Sie nimmt im Verstehensprozess eine vielseitige Vermittlerrolle ein und ist ein beständig bedeutsames und alle Bereiche des Sachunterrichts durchdringendes Element verständnisorientierten Lernens.

Zudem erfordert Verstehen, über ein Faktenwissen hinaus, ein Wahrnehmen von Zusammenhängen bedeutsamer, auf die Sache einflussnehmender Elemente des betrachteten Sachverhaltes. Die Aneignung von Faktenwissen ist verbunden mit der Erweiterung des Wortschatzes und dem Erlernen von Fachwörtern, deren Bedeutungsinhalt es zu erarbeiten gilt (Heitzman 2019). Fachwörter wie Wahl, Flucht, Boden, Wasserkreislauf, Umweltschutz sind bei fehlenden oder partiellen Erfahrungen und entsprechendem Vorwissen für Lernende noch bedeutungsleer oder mit individuellen Teilvorstellungen besetzt. Für eine konzeptorientierte Begriffsbildung, die gedankliche Vorstellungen und somit Schülervorstellungen zu Sachverhalten zum Thema macht, sind ein entsprechender Wortschatz und eine variantenreiche sprachliche Auseinandersetzung unentbehrlich. Konzeptorientierte Begriffsbildung erfordert vor allem die Beschäftigung mit den Zusammenhängen konstituierender Elemente des Sachverhaltes. Zusammenhänge zeigen Beziehungen auf und können bei einer kausalen Ausprägung Kindern gut zugänglich gemacht werden (Grimm & Möller 2019). Für eine Bedeutungserfassung und Verständnisenwicklung sind primär die Wahrnehmung von Merkmalen und ihren Unterschieden wesentlich (Lo 2015). Sprache macht Wahrnehmungen für Lernende zum Lern- und Gesprächsgegenstand, denn mit Sprache werden Wahrnehmungen externalisiert und Reflexionsprozesse initiiert. Beispielweise braucht ein nachhaltiges konzeptuelles Verständnis für Licht und Schatten begleitend zur eigenaktiven Erfahrung und Wortschatzerarbeitung auch Informationen zur Bewusstmachung der unterschiedlichen Merkmalsausprägungen und das Auseinandersetzen mit Zusammenhängen, und seien diese auch noch so banal. Das Licht ist hell und der Schatten ist dunkel. Schattenbildung braucht Licht und einen Gegenstand als Schattenwerfer, Licht braucht den Schatten nicht, um zu scheinen. Aber wo Licht ist, ist auch Schatten. Der kausale Zusammenhang zwischen Licht und Schattenbildung ist wechselseitig gegeben und kann durch vielfältiges, eigenaktives Variieren von einflussnehmenden

Merkmale und durch Sprechen über das Beobachtete von Lernenden bewusster wahrgenommen werden (Aufschnaiter & Aufschnaiter 2005).

Im weiteren Verstehensprozess werden Wirkzusammenhänge bedeutender Merkmale des Sachverhaltes erfasst und intuitiv bezugnehmend auf vorhandene Vorstellungsbilder (Duit 2007; Jonen, Möller & Hardy 2003) zu einem neuen inneren Vorstellungsbild zusammengesetzt (Aufschnaiter & Aufschnaiter a.a.O.). Verstehen bedeutet somit, eigenaktiv bedeutsame Merkmale eines Sachverhaltes wahrzunehmen und durch Verbalisierung zu begreifen, welche Elemente für einen Sachverhalt unentbehrlich sind (Aufschnaiter & Aufschnaiter a.a.O., Lo 2015). Erst auf dieser Basis kann es für Lernende sinnstiftend sein, sich kognitiv zu engagieren, um Zusammenhänge zu erschließen. Verstehensprozesse zeigen sich somit als kognitive Leistungen, die durch eine innere Sprache moderiert werden (Dörner 1998). Sprache agiert innen als Vermittlerin von Verknüpfungen von Denkvorgängen und nach außen zur eigenen Absicherung des Verstehens, als Vermittlerin zwischen Vorstellungsbildern und Evidenzen in unterrichtlichen Reflexionsprozessen (Beyer & Gerlach 2018). Sprache schafft über Differenzierungs- und Abstraktionsprozesse Struktur und Ordnung im Denken und sie schafft Zugang zur Verbalisierung von Beziehungsgefügen (Adamzik 2010). Dazu erforderliche Kategorien und Konzepte können nur über die Sprache erfasst, moderiert und gestaltet werden.

Lernende, zu denen im Grunde alle Menschen zählen, bedienen sich internalisierter Kategorien und Konzepte und knüpfen beim Erkenntnisgewinn an vorhandene Vorstellungsbilder an. Die Gestaltung von Lerngelegenheiten nimmt Einfluss auf den beschriebenen Lernprozess. Es ist eine zentrale Aufgabe des Sachunterrichts, die Lernprozesse der Lernenden zu strukturieren und auf diese Weise den Wissenserwerb zu steuern und zu begleiten (Leisen 2016). Dabei sind Lernaufgaben, deren Erwartungshorizont (Lernergebnisse) eine Verknüpfung des eigenaktiven Denkens und Handelns erfordert und individuelle Lernprodukte zulässt, eine gute Möglichkeit, an die Vorstellungen der Lernenden anzuschließen und zu einem individuellen Wissenszuwachs beizutragen. Um diesem Anspruch gerecht werden zu können, sind neben kreativen Prozessen der Aufgabenfindung sprachbewusste Elemente unverzichtbar.

4. Die Bedeutung der Sprache in Lehr-Lern-Situationen des konzept- und verstehensorientierten Sachunterrichts

Sprache ist ein zentrales Element für Lernende, um Wissen zu transferieren. In diesem Sinne fordern Archie, Rank und Franz (2017, 227) die Förderung der Kompetenz, „dass Kinder über die sprachlichen Fähigkeiten oder Fertigkeiten verfügen, mit denen sie sachunterrichtliche Problemstellungen lösen und die gewonnenen Erkenntnisse damit auch in anderen Kontexten einsetzen können“. Das Lehr-Lern-Modell (Freitag 2020) versucht auf mehreren Ebenen auf diese Forderung einzugehen. Zum einen liegt ein Fokus auf der Formulierung von zentralen Begriffen in der Bearbeitung von Themenfeldern, um Lehrpersonen daraufhin zu sensibilisieren, dass auch der Aufbau eines Fachvokabulars, konsequent eingebunden in lebensweltliche Bezüge der Lernenden, Teil der Aufgaben des Sachunterrichts ist. Zum anderen ist die sprachliche Kompetenz als eine Querverbindung festgeschrieben, die sich über alle Themenfelder hinweg erstreckt.

Betrachtet man die für einen konzeptorientierten Sachunterricht didaktisch erforderlichen Maßnahmen, um bei Schüler*innen Verstehensprozesse in Gang zu setzen, wird deutlich, dass Sprache eine zentrale Stellung und große Bedeutung hat. Beim Planen von Lehr-Lern-Situationen ist es unumgänglich, sich am Sprachstand und Sprachvermögen der Lernenden zu orientieren. Bereits in der für den verstehensorientierten Sachunterricht notwendigen Phase der Aktivierung des Vorwissens (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek 1997, Möller 2018) richtet sich die Aufmerksamkeit der Lehrperson auf Inhalte und Zusammenhänge, die Kinder einbringen sowie darauf, wie diese sprachlich transferiert werden. Dabei geht es auch darum, den für eine Verständnisentwicklung bzw. für eine Verständnisveränderung (Conceptual Change Theory) bedeutsamen Wortschatz zu einer Sache zu erfassen sowie darum, die Inhalte an die Erfahrungen und an das bereits vorhandene individuelle Wissen anzubinden.

Entsprechend eingeholter Informationen kann die Lehrperson wichtige Schlüsse für notwendige sprachliche Unterstützungsmaßnahmen treffen. Für die weiteren Schritte hat die Lehrperson darauf aufbauend und je nach Bedarf laut Leisen (2013, 32, 96) folgende Möglichkeiten einer sprachsensiblen Gestaltung: Reduktion der Komplexität der Sprache, Verwendung vielfältiger Darstellungsformen, Schaffen einer unterstützenden, ermutigenden Sprachumgebung, Bereitstellung von Sprachhilfen, wie Redemittel etc., Geduld und Unterstützungsbereitschaft.

Diese Unterstützung ist für den verstehens- und konzeptorientierten Sachunterricht fundamental, da seine Lernwirksamkeit durch das Einbeziehen der Sprache in ihrer Funktion als Erschließungs- und Ausschärfungswerkzeug mitbestimmt wird (Aufschnaiter & Aufschnaiter 2005). Daher sind Lernaufgaben als zentrales Element des Lehr-Lern-Modells derart zu gestalten, dass Sprache als Denk- und Kommunikationswerkzeug in allen Aspekten verstehens- und konzeptorientierter Lernsettings eine zentrale Rolle spielt. Das Scaffolding Modell (Gibbons 2002) eignet sich sehr gut zur Unterstützung der Schüler*innen in der (sprachlichen) Auseinandersetzung mit einem konkreten Lerngegenstand, denn es ermöglicht der Lehrperson, Schüler*innen durch den Einsatz unterschiedlicher Tools gezielt sprachliche Hilfestellung zu geben, wo diese benötigt wird. Auf diese Weise können sich Lernende neue Fähigkeiten aneignen und idealerweise neue Konzepte entwickeln. Die Unterstützung kann sich hierbei im Sinne von Hard Scaffolds (Saye & Brush 2002) auf der Wortebene (Bilder, Grafiken, Wörterboxen, Glossare), auf der Satzebene (Satzanfänge, Satzbaukasten) oder auf der Textebene (Texte adaptieren, Texte paraphrasieren, Markierung von Schlüsselwörtern) bewegen und mit steigendem Verständnisgrad der Lernenden wieder reduziert werden (Österreichisches Sprachenkompetenzzentrum 2015). Zudem ist die Ebene der Soft Scaffolds (Saye & Brush a.a.O.) in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung. Im Sinne der Sprachentwicklung und der Entwicklung von Sprache im Fach spielen demnach reflexive Gespräche und die fragende Haltung der Lehrperson eine entscheidende Rolle, um neue Konzepte aufzubauen. Durch reflexive Gespräche werden für Lernende Gelegenheiten geschaffen, sich zu vergewissern, auf dem richtigen Denkweg zu sein. Dieser Denkweg, der eine innere Sprache darstellt, muss zu diesem Zweck verbalisiert werden.

Zudem können Lernende in solchen Unterrichtsszenarien bei Unsicherheiten nachzufragen.

Wichtiger Aspekt in einem Sachunterricht, der sich auf Konzepte und Verständnisenwicklung beruft, ist das aktive Auseinandersetzen mit dem Inhalt, der durch einen konkreten Lerngegenstand repräsentiert ist. Hier bietet sich Forschend-entdeckendes Lernen als ein möglicher Ansatz an, bei dem Schüler*innen Gelegenheiten geboten werden, ihre sach-sprachlichen Fähigkeiten zu schulen und über vielfältige Versprachlichungen zu einem Verständnis zu gelangen (Aufschnaiter & Aufschnaiter a.a.O.). Die Abbildung 1 zeigt ein Bei-

spiel, wie Scaffolding (unter Einsatz von Hard und Soft Scaffolds) im Rahmen des Forschenden Lernens eingesetzt werden kann.

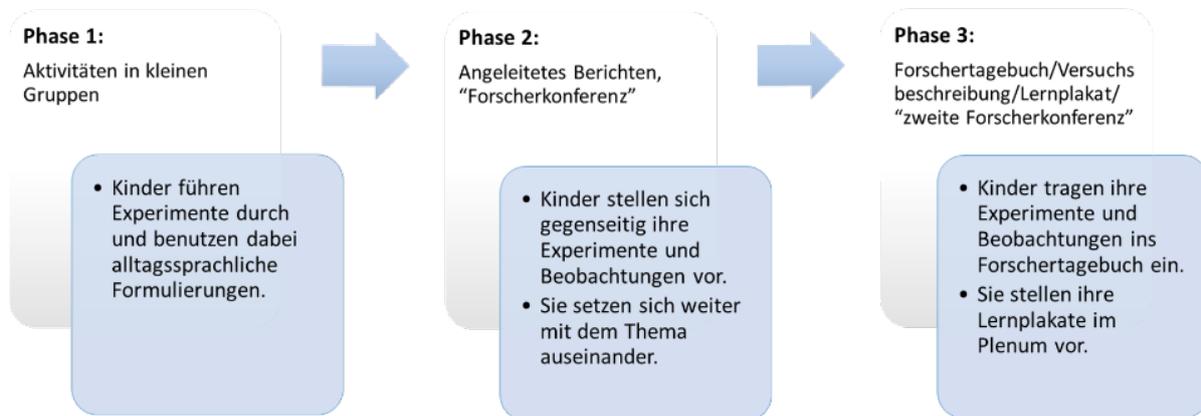


Abb. 1: Forschendes Lernen mit Fokus auf Verbalisierung (verändert nach Quehl & Trapp 2013, 44).

In einem derartigen Unterrichtsszenario vollziehen die Kinder Schritt für Schritt die Progression von der Alltagssprache (Phase 1) über erste Versuche, Bildungssprache in einem mündlichen Setting zu verwenden (Phase 2), bis hin zur Anwendung der Bildungssprache in einem fertigen schriftlichen Produkt (Phase 3). In all diesen Phasen ist die Lehrperson gefordert, die Schüler*innen zu unterstützen und sprachliche Hilfestellung anzubieten. Die Verwendung der Alltagssprache in Phase 1 erleichtert den Schüler*innen idealerweise zunächst den Zugang zum Experimentieren. Für die Beschreibung der beobachteten Phänomene und der eigenen Tätigkeiten sind alltagssprachliche Kompetenzen ausreichend, wenn nicht sogar zu bevorzugen, um sich den Sachgegenstand zu erschließen (Rank, Wildemann & Hartinger 2016). Die Phasen 2 und 3 setzen bildungssprachliche Kompetenzen voraus, die zunächst in mündlichen Sprachhandlungen und schließlich in konzeptioneller Schriftlichkeit Anwendung finden. Hierbei kann die Lehrkraft die Schüler*innen durch angebotene Scaffolds unterstützen. Diese Scaffolds können Fachbegriffe, z.B. „die Pinzette“, „der Messbecher“ oder „die Balkenwaage“, sowie Vorschläge für Satzanfänge zur Beschreibung unterschiedlicher Handlungen, etwa „Zuerst habe ich...“ (Durchführung des Experiments), „Ich konnte sehen, dass...“ (Beobachtung) oder „Ich denke, dass...“ (Deutung / Erkenntnis) oder auch spezifische Konnektoren zur Beschreibung von Zusammenhängen, wie „damit“, „deshalb“, „je...desto“, sein.

5. Resümee und Ausblick

In den vorangegangenen Abschnitten wurde die bedeutende Rolle der Sprache für die Wissenskonstruktion und Verständnisentwicklung Lernender hervorgehoben. Dies gilt in besonderem Maße auch für den verstehens- und konzeptorientierten Sachunterricht in der Grundschule. Hier erscheinen angemessene Unterstützungsmaßnahmen durch die Lehrkräfte nach dem Modell des Scaffoldings (Gibbons 2002) als wesentlich, um der Forderung nachkommen zu können, „dass Kinder über die sprachlichen Fähigkeiten oder Fertigkeiten verfügen, mit denen sie sachunterrichtliche Problemstellungen lösen und die gewonnenen Erkenntnisse damit auch in anderen Kontexten einsetzen können“ (Archie et al. 2017, 227). Dies gilt sowohl im kleinen Rahmen für die einzelnen im Unterricht thematisierten Sachgegenstände als auch im zeitlichen Verlauf über die gesamte Grundschulzeit, in der die Kinder an der Schnittstelle zwischen Elementar- und Primarstufe auf einem eher alltagssprachlichen Niveau kommunizieren (Rank, Hartinger, Wildemann & Tietze 2018) und bis zum Ende der Primarstufe in Hinblick auf eine Anschlussfähigkeit zur Sekundarstufe zunehmend schul- und bildungssprachliche Kompetenzen erlangen müssen.

Ziel des neu entwickelten Lehr-Lern-Modells für den Sachunterricht der Grundschule (Freytag 2020) ist, Lehrkräften Zugänge zur Planung, Entwicklung und Umsetzung eines konzept- und verstehensorientierten Sachunterrichts zu eröffnen. Dabei gilt es auf eine sprachensible Gestaltung des Unterrichts zu achten, um eine Verknüpfung von Sachunterricht und sprachlicher Bildung, wie sie z.B. im Perspektivrahmen Sachunterricht der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU 2013) aufgezeigt und vom zukünftigen Fachlehrplan für den Sachunterricht in Österreich (BMBWF 2020) verpflichtend gefordert wird, zu erleichtern.

Analog zu der sich ständig weiterentwickelnden Sprachkompetenz von Schüler*innen ist auch das Lehr-Lern-Modell ein Entwicklungsprojekt, das einer kontinuierlichen Weiterentwicklung bedarf. Der nächste geplante Entwicklungsschritt ist eine Pilotierung unter Masterstudierenden sowie Studierenden der Fortbildung. In dieses Vorhaben ist eine Expert*innengruppe bestehend aus Sachunterrichtsdidaktiker*innen¹ aus ganz Österreich involviert. Im Rahmen der

¹ Beteiligte Pädagogische Hochschulen: KPH Graz, PH Steiermark, PH Kärnten, PH Burgenland, PH Linz, PH Oberösterreich, PH Vorarlberg, PH Tirol, PH Wien, KPH Wien-Krems, PH Salzburg

Pilotierung wird die Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit der Elemente *Themenfeld* und *Lernaufgabe* des Lehr-Lern-Modells für die theoriebasierte, vorläufige Gestaltungsmerkmale definiert wurden, untersucht. Zu diesem Zweck wurden, ausgehend von einem entsprechend konzipierten Themenfeld, das den soziokulturellen und den naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts umfasst, vom Forscher*innenteam jeweils eine bereichsspezifische Lernaufgabe entwickelt sowie entsprechende Materialien für die Lernumgebungen konzipiert. Diese werden von den Studierenden im ersten Schritt unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien, wie Aufbau, Inhalt, Passung von Zielen und Aufgabenstellungen etc., hinsichtlich Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit bewertet und entsprechend Veränderungsvorschläge eingebracht. Zudem wird im Forschungsvorhaben die für einen verstehens- und konzeptorientierten Sachunterricht adäquate Verwendung sprachlicher und sprachunterstützender Elemente in den Blick genommen. In diesem Zusammenhang gilt es, die Schlüsselbegriffsfelder des betrachteten Themenfeldes zu untersuchen und die Lernaufgaben im Sinne eines sprachsensiblen Unterrichts zu adaptieren. Hier sollen beispielhaft Scaffolds zu den vorhandenen Lernaufgaben von Studierenden erarbeitet werden. Die einführenden Texte sollen eine entsprechende Bildunterstützung erhalten. Insgesamt wird erwartet, aus den Artefakten und anschließenden Befragungen der Studierenden zu diesen Aufgabenstellungen wichtige Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung und Präzisierung der Gestaltungsmerkmale der Elemente *Themenfeld* und *Lernaufgabe* des Lehr-Lern-Modells zu erhalten. Übergeordnetes Ziel ist es, Beispiele zu schaffen, die zusammen mit präzisierten Merkmalskatalogen praxistaugliche Anhaltspunkte für die eigenaktive Entwicklung und Gestaltung der Elemente *Themenfeld* und *Lernaufgabe* des Lehr-Lern-Modells liefern.

Das Pilotierungsprodukt soll ein fertig ausgearbeitetes, vorläufig ausgereiftes Paket sein, das schließlich alle definierten Elemente (Themenfelder, Lernaufgaben, Fokussierung fachlicher Ziele, Evaluierung) des Lehr-Lern-Modells repräsentiert. In Fortbildungsveranstaltungen werden dazu entsprechende Beispiele vorgestellt. Für Lehrpersonen in der Praxis sollen diese eine Anregung geben, wie sprachsensibler, konzept- und verstehensorientierter Sachunterricht im Sinne des Lehr-Lern-Modells geplant, gestaltet und umgesetzt werden kann. Darüber hinaus sollen sie motiviert werden, ihre eigene Unterrichtspraxis dementsprechend zu adaptieren. Diese Prozesse werden in weiteren Forschungsvorhaben begleitet. Entsprechende Foki liegen dabei zum einen auf der Umsetzbarkeit

bei der Unterrichtsplanung, im Speziellen auf der Überprüfung der Übereinstimmung von Zielsetzungen der Lehrkräfte mit den Planungsergebnissen. Zum anderen sollen die Auswirkungen auf die Unterrichtsgestaltung in der Wahrnehmung der Schüler*innen sowie aus Sicht von Expert*innen der Sachunterrichtsdidaktik untersucht werden.

Literatur

- Adamzik, K. (2010): Sprache. Wege zum Verstehen. 3., überarb. Aufl. <http://www.utb-studie-book.de/9783838521725> [08.10.2020].
- Archie, C., Rank, A. & Franz, U. (2017): Sprachbildung im und durch Sachunterricht. In: Hartinger, A. & Lange-Schubert, K. (Hrsg.): Sachunterricht. Didaktik für die Grundschule. 4. Aufl. Berlin, 226-234.
- Aufschnaiter, C. & Aufschnaiter, S. (2005): Über den Zusammenhang von Handeln, Wahrnehmen und Denken. In: Voß, R. (Hrsg.): Unterricht aus konstruktivistischer Sicht. Die Welten in den Köpfen der Kinder. 2. Aufl. Weinheim, 234-248.
- Aufschnaiter, C. & Pechtl, H. (2018): Argumentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Krüger, D., Parchmann, I. & Schecker, H. (Hrsg.): Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, Heidelberg, 87-104.
- Benholz, C. & Rau, S. (2011): Möglichkeiten der Sprachförderung im Sachunterricht der Grundschule. https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/sprachfoerderung_sachunterricht_grundschule.pdf [05.08.2020].
- Bernstein, B. (1971): Class, Codes and Control. Volume 1: Theoretical Studies Towards a Sociology of Language. London.
- Bernstein, B. (1999): Vertical and Horizontal Discourse: an Essay. In: British Journal of Sociology of Education. Vol. 20, 2, 157-173.
- Beyer, R. & Gerlach, R. (2018): Sprache und Denken. 2. Aufl. Wiesbaden.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) (2020): Arbeitsversion des Lehrplans für die Primarstufe. Wien.
- Dörner, D. (1998): Sprache und Denken. In: Bungard, W. (Hrsg.): Mannheimer Beiträge zur Wirtschafts- und Organisationspsychologie. Mannheim, 40-59.
- Duit, R. (2007): Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In: Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (Hrsg.): Physikdidaktik. Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg, 581-606.
- Freytag, E. (2020): Die Entwicklung eines neuen Modells für den österreichischen Sachunterricht. Vortrag im Rahmen des Symposiums „Reden wir darüber! Neue Entwicklungen im Sachunterricht in Österreich“ auf der 29. Jahrestagung der GDSU in Augsburg.
- Gallin, P. & Ruf, U. (2010): Von der Schüler- zur Fachsprache. In: Fenkart, G., Lembens, A. & Erlacher-Zeitlinger, E. (Hrsg.): Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften. Innsbruck, 21-25.

- Gantefort, C. & Roth, H.-J. (2010): Sprachdiagnostische Grundlagen für die Förderung bildungs-sprachlicher Fähigkeiten. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaften, 13, 573-591.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (Hrsg.) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Bad Heilbrunn.
- Gibbons, P. (2002): Scaffolding Language, Scaffolding Learning. Teaching Second Language Learners in the Mainstream Classroom. Portsmouth.
- Greiner, U., Kaiser, I., Kühberger, C., Maresch, G., Oesterhelt, V. & Weiglhofer, H. (2019): Reflexive Grundbildung bis zum Ende der Schulpflicht. Konzepte und Prozeduren im Fach. Münster. (Salzburger Beiträge zur Lehrer/innenbildung, Bd. 5).
- Grimm, H. & Möller, K. (2019): Lässt sich das hypothesenbezogene Schlussfolgern auch in heterogenen Lerngruppen fördern? In: Knörzer, M., Förster, L., Franz, U. & Hartinger, A. (Hrsg.): Forschendes Lernen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn, 39-46. (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Bd. 29).
- Habermas, J. (1977): Umgangssprache, Wissenschaftssprache, Bildungssprache. In: Max-Planck-Gesellschaft (Hrsg.). Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft 1977. Göttingen, 36-51.
- Heitzmann, A. (2019): Von der Alltagssprache zur Fachsprache gelangen. In: Knörzer, M., Förster, L., Franz, U. & Hartinger, A. (Hrsg.): Forschendes Lernen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn, 75-88. (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Bd. 29).
- Jonen, A., Möller, K. & Hardy, I. (2003): Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule. In: Cech, D. & Schwier, H.-J. (Hrsg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn, 93-108.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 3, 3-18.
- Leisen, J. (2013): Handbuch Sprachförderung im Fach – Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Stuttgart.
- Leisen, J. (2016): Ein guter Lehrer kann beides: Lernprozesse material und personal steuern. In: Höhle, G. (Hrsg.): Was sind gute Lehrerinnen und Lehrer? Zu den professionsbezogenen Gelingensbedingungen von Unterricht. Immenhausen bei Kassel, 168-183.
- Lo, M. (2015): Lernen durch Variation. Implementierung der Variationstheorie in Schule und Bildungsforschung. Münster.
- Möller, K. (2018): Die Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen im Sachunterricht. In: Adamina, M., Kübler, M., Kalcsics, K., Bietenhard, S. & Engeli, E. (Hrsg.): „Wie ich mir das denke und vorstelle...“. Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft. Bad Heilbrunn, 35-50.
- Österreichisches Sprachenkompetenzzentrum (Hrsg.) (2015): Sprachsensibler Unterricht in der Grundschule – Fokus: Sachunterricht. ÖSZ Praxisreihe Heft 24. Graz.

- Quehl, T. & Trapp, U. (2013): Sprachbildung im Sachunterricht der Grundschule: Mit dem Scaffolding-Konzept unterwegs zur Bildungssprache. (FörMig Material). 2. Aufl. Waxman.
- Rank, A., Wildemann, A. & Hartinger, A. (2016): Sachunterricht – der geeignete Ort zur Förderung von Bildungssprache? http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/superworte/foerder/rank_ua.pdf [09.10.2020].
- Rank, A., Hartinger, A., Wildemann, A. & Tietze, S. (2018): Bildungssprachliche Kompetenzen bei Vorschulkindern mit Deutsch als Erst- und Zweitsprache. In: Zeitschrift für Grundschulforschung, 11, 115-129.
- Saye, J. & Brush, T. (2002): Scaffolding Critical Reasoning about History and Social Issues in Multi-Media-Supported Learning Environments. In: Educational Technology Research and Development, 50, 3, 77-96.
- Schmidt-Hönig, K. (2020): Einblick in die aktuelle Entwicklung zum neuen Lehrplan im Sachunterricht in Österreich. Vortrag im Rahmen des Symposiums „Reden wir darüber! Neue Entwicklungen im Sachunterricht in Österreich“ auf der 29. Jahrestagung der GDSU in Augsburg.
- Vygotskij, L.S. (2002): Denken und Sprechen: Psychologische Untersuchungen. Weinheim.
- Wagenschein, M. (1986): Die Sprache zwischen Natur und Naturwissenschaft. Marburg.

„Das habt ihr jetzt ja oft genug gemacht!“ – Einfluss von „Nonverbalitäten“ in der Lehrer*innen-Schüler*innen-Interaktion auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Experimentieren

Pascal Kihm und Markus Peschel

The main goal of the research project doing AGENCY is to examine how self-determination is negotiated in scientific inquiry. Unlike previous studies, we don't focus on an individual feeling of self-determination, but rather on social mechanisms. Consequently, self-determination is conceived and analyzed as a negotiation between teachers and primary school students and – simultaneously – as a negotiation with the explored phenomenon. The results we present give a first clue on how teachers structure the learners' self-determined experimental processes with gestures, facial expression and body language. In some cases, the verbal and nonverbal parts of the structuring processes contradict each other. Thus, teachers influence their students' decision-making processes and the negotiation of self-determination more or less subtly.

1. Einleitung

Lehr-Lern-Prozesse – in der Grundschule, mit dem Fokus auf den Sachunterricht – sind hochkomplex (Leuchter 2009; Wahl 2013). Diese Komplexität resultiert u.a. daraus, dass in Lehr-Lern-Situationen verschiedene Individuen handeln (insbesondere Lehrkräfte, Schüler*innen) und daher mehrere *interindividuelle* Interaktionsformen (Schüler*innen untereinander, Schüler*innen mit Lehrkraft) gleichzeitig stattfinden, die die Beobachtung erschweren. Folglich interferieren jederzeit mehrere soziale Mikro- (d.h. Individuen) und Meso-Ebenen (d.h. Peer-Gruppen, Lehrer*innen-Schüler*innen-Gruppen) und können in ihren wechselseitigen, ko-indizierten Einflüssen und Wirkungen nicht unabhängig voneinander betrachtet werden (Lipowsky 2002; Giest 2019). Diese psychosoziale „Mehrebenenproblematik“ (Brünken, Münzer & Spinath 2018) durch unterschiedliche Akteur*innen und Interaktionen mit verschiedenen sachunterrichtlichen Phänomenen ist vor allen Dingen beim „Experimentieren“ (Peschel 2014) zu konstatieren.

In Anlehnung an Hartingers (2015) Vierfeldertafel meint „Experimentieren“, dass Schüler*innen eine Fragestellung *selbständig* bearbeiten. Obgleich die Vierfeldertafel mit gewissen Verkürzungen einhergeht (Krumbacher 2016; Nießeler 2020), ist u.E. eine ihrer Kernaussagen, dass Experimentieren entsprechend offen und selbstbestimmt zu verstehen ist (Peschel 2009). Wird nachfolgend „Experimentieren“ genannt, ist immer diese schulische Form selbstbestimmten Experimentierens gemeint. Grundsätzlich ist der Begriff „Experimentieren“ vielfältig besetzt. Zur Diskussion des unterschiedlichen Verständnisses in puncto Begriff, Definition und Methode des Experimentierens sei auf Peschel (2016) oder Kihm, Diener & Peschel (2018) verwiesen.

Daneben potenziert sich die Komplexität von Lehr-Lern-Prozessen beim Experimentieren zusätzlich aufgrund der „Multidimensionalität“ von Entscheidungsprozessen in Experimentier-Lehr-Lern-Situationen. „Multidimensionalität“ bezieht sich darauf, dass Selbstbestimmung beim Experimentieren verschiedene Dimensionen oder „Entscheidungsbereiche“ umfassen kann, wie u.a. Arbeitstempo, Bearbeitungsreihenfolge, Sozialform, Lernwege, Lernziele, Zugang zu Materialien, Lerninhalte, Phänomene oder Klassen- bzw. (Klein)Gruppenselbstverwaltung (Köster 2013; Peschel 2014; Schütte 2019). Hinzu kommt die *sprachliche* Vielfalt und Simultaneität der Entscheidungsprozesse, die eben nicht nur verbal, sondern auch körpersprachlich, gestisch, mimisch zwischen den o.g. Individuen auf Mikro-/Mesoebene „ausgehandelt“ werden (Stefanou, Perencevich, DiCintio & Turner 2004; Schütte a.a.O.). Aufgrund dieser drei Aspekte („Multiverbalität“, Multidimensionalität und Mehrebenenproblematik) ist „nur begrenzt durchschaubar, welche Faktoren in einer konkreten Situation wirksam sind“ (Schlömerkemper 2017, 24; vgl. auch Giest 2019), wie die psycho-sozialen und weiteren materiellen Faktoren (z.B. Materialien, Phänomene, Räume) zusammenwirken und wie diese mit der Aushandlung auf verschiedenen Sprachebenen (verbal, nonverbal, mimisch, gestisch, körpersprachlich) zusammenhängen. Anliegen des Forschungsprojektes *doing* AGENCY ist es, das Zusammenwirken dieser multiplen Faktoren in Experimentier-Lehr-Lern-Situationen (d.h. u.a. Aufgaben, Interventionen, Interaktionen, Materialien, Raum, Zeit, Phänomene, Sprache) zu rekonstruieren, um die Komplexität der Entscheidungsprozesse beim Experimentieren erschließbar und erforschbar zu machen.

Die im Projekt *doing* AGENCY beinhaltete qualitative Studie geht der Frage nach, wie Selbstbestimmung beim Experimentieren jeweils neu, individuell und

zeitlich befristet zwischen Schüler*innen, Lehrpersonen und dem Phänomen/der Sache *ausgehandelt* wird. AGENCY lässt sich mit Handlungsfähigkeit/-mächtigkeit oder Selbstbestimmung übersetzen. AGENCY „is not something that people *have*; it is something that people *do*“ (Biesta & Tedder 2007, 136). Im Projekttitel betont v.a. die Verlaufsform *doing* diese Dynamik von Interaktionsprozessen: Selbstbestimmung muss in jeder Situation aktualisiert/neu ausgehandelt werden.

2. Vernachlässigung der „sozialen Verursachtheit“ und der „Nonverbalitäten“ als Diskrepanz bisheriger Forschung

In der pädagogisch-psychologischen Forschung, die empirisch-quantitativen Methodologien folgt (z.B. Blumberg, Möller & Hardy 2004; Hardy, Jonen, Möller & Stern 2006; Furtak, Seidel, Iverson & Briggs 2012), wird Komplexität beim Experimentieren meist auf einige wenige oder leicht operationalisierbare Faktoren reduziert, um Aussagen über Teilzusammenhänge treffen zu können (Kosler 2016). Dies ist notwendig, um „das Wesentliche der didaktischen Konstellation hervor[zu]heben und soziale Erfahrung aufschlüsselbar und analysierbar [zu] machen“ (Kruse 1996, 34; vgl. auch Giest 2019).

Die Komplexitätsreduktion führt allerdings mitunter dazu, dass „maßgebliche, für das den Gesamtzusammenhang determinierende System relevante Variablen ausgeklammert“ (Giest 2019, 16) werden. Dies reduziert vielfältige Erkenntnismöglichkeiten und negiert u.E. wichtige Aspekte: „Die Empirie bzw. die soziale Wirklichkeit dagegen ist vielschichtiger“ (Kruse 1996, 34).

In der bisherigen Forschung zu Experimentier-Lehr-Lern-Situationen konkretisiert sich Komplexitätsreduktion v.a. als Vernachlässigung (1) der Mehrebenenproblematik, (2) der Multiverbalität und (3) der Multidimensionalität. Im Folgenden werden v.a. die ersten beiden Aspekte und deren Problematiken diskutiert (Abschn. 2.1, 2.2). Auf den Aspekt Multidimensionalität wurde bereits in Kihm & Peschel (2019) eingegangen (vgl. auch Köster 2013). Anschließend wird mit *doing* AGENCY ein qualitativer Forschungsansatz gegenübergestellt, diese o.g. Komplexitäten (1-3) bewusst zuzulassen, also nicht zu reduzieren, und mittels teilnehmender Beobachtung zu beforschen bzw. zu erschließen.

2.1 Multiverbalität

„Das direkte Lehrerhandeln strukturiert die Aktivitäten im Klassenzimmer unmittelbar und sichtbar für alle Beteiligten. Indirekte Interventionen und Effekte sind für den Unterrichtsforscher nicht so leicht beobachtbar und wurden deshalb wohl auch lange Zeit vernachlässigt“ (Lüders & Rauin 2008, 739).

Hinsichtlich des Einflusses von Nonverbalitäten (z.B. Mimik, Gestik, Präsenz) auf Unterrichtsaspekte liefert die nationale sowie internationale Lehr-Lern-Forschung zum Experimentieren bislang nur sehr begrenzte Hinweise, da die Berücksichtigung tiefenstrukturell wirksamer Aspekte erst in den Anfängen steckt (Stefanou et al. 2004; Bohl & Kucharz 2010).

Während oberflächlich dasselbe Unterrichtsmerkmal „sichtbar“ ist (z.B. Experimentieren an Stationen als Organisationsform), können verschiedene „Tiefenstrukturen“ wirksam sein. Bohl und Kucharz (a.a.O.) verstehen darunter primär die Art, d.h. z.B. Symmetrie, Gestaltung usw., der Interaktion und Kommunikation zwischen den in Lehr-Lern-Situationen handelnden Personen.

Im BIQUA-Projekt (z.B. Blumberg et al. 2004; Hardy et al. 2006) sowie in anderen Studien (z.B. Chen & Klahr 1999; Klahr & Nigam 2004) wurde die Lehrkraft in allen Untersuchungsklassen/-bedingungen konstant gehalten. In der Bedingung „selbständiges Experimentieren“ sollte die Lehrperson sich allerdings – anders als in der Bedingung „strukturiertes Versuche-durchführen“ – mit unterstützenden Hilfen „möglichst“ zurückhalten (Chen & Klahr 1999, 1101; Hardy et al. 2006, 310). Diese Zurückhaltung wird häufig auf reduzierte *Sprechzeitan*teile bezogen. Nicht nachvollziehbar dokumentiert wird dagegen u.E., welchen Einfluss *nonverbale* Interventionen der Lehrkraft (z.B. ein Augenrollen, ein Nicken, das Stehen direkt hinter Schüler*innen) bei der Bearbeitung von Experimentieraufgaben durch die Schüler*innen zeigten bzw. wie mit diesem eventuellen Einfluss umgegangen wurde. Andere Autor*innen problematisieren, wie Lehrkräfte mit Zeigegesten (Röhl 2015) oder Blicken (Hecht 2009) Autonomie von Schüler*innen in offeneren Lehr-Lern-Situationen subtil kontrollieren und beeinflussen: „Lehrer*innen, die mit Benennungen und Zeigegesten einzelne Bestandteile als relevant markieren, einordnen oder ausklammern“ (Lange 2017, 16), teilweise unbewusst oder entgegen ihren eigenen Ansprüchen und Vorstel-

lungen (Hartinger, Kleickmann & Hawelka 2006).¹ Röhl (2015, 169) nennt dies „Wahrnehmung unter Anleitung“:

„Die Lehrer richten den Sehsinn der Schüler durch ihre Anweisungen und Gesten gezielt aus. Sie lenken den Blick der Schüler beispielsweise dadurch auf physikalisch relevante Vorgänge, dass sie einzelne Phänomene benennen oder aber gezielt zu irrelevanten Bestandteilen erklären“.

2.2 Mehrebenenproblematik

Neben den o.g. Einflüssen verbaler bzw. nonverbaler Kommunikation bleibt in bisherigen Forschungen oft auch die „soziale Verursachtheit“ von Lehr-Lern-Prozessen beim (offenen) Experimentieren unklar: Der u.E. wichtige Einflussfaktor der *sozialen Aushandlung* von Entscheidungsprozessen zwischen den am Experimentierprozess beteiligten Akteur*innen wurde bislang häufig vernachlässigt (Lipowsky 2002; Kihm & Peschel 2019). „Soziale Verursachtheit“ bezieht sich darauf, dass die o.g. Dimensionen bzw. Entscheidungsbereiche des Experimentierens (Arbeitstempo, Sozialform, Lernwege, -inhalte usw.) eben nicht allein intraindividuell von Schüler*in oder Lehrer*in bestimmt, sondern inter- und intraindividuell, also sozial und interaktiv-dynamisch ausgehandelt werden (Schüler*in-Sache, Schüler*in-Schüler*in(nen)-Sache, Lehrer*in-Sache usw.), wobei auch der Einfluss weiterer Aspekte (z.B. Aufgaben, Phänomene, Raum u.a.) zu untersuchen ist (Kihm & Peschel 2020).

Bisherige Studien und Theorieentwicklungen zu offenen Experimentier-Lehr-Lern-Situationen (z.B. Blumberg et al. 2004; Waldenmaier, Müller, Köster & Körner 2015) rekurren oft auf das Selbstbestimmungsempfinden als *intraindividuelle*, individualpsychologische Eigenschaft auf der Ebene einer einzelnen Person (meist einer Schülerin bzw. eines Schülers). Erfragt wird dieses Selbstbestimmungsempfinden z.B. durch Indikatoren oder Items wie „Ich strenge

¹ Dass die gleiche Lehrperson beide Bedingungen unterrichtet, ist aus methodologischen Gründen nachvollziehbar, um den Einfluss der „Störvariable“ Lehrperson, ihr Engagement, ihre Einstellungen und Haltungen zu kontrollieren. Im Hinblick auf die Rolle der Lehrkraft beim (offenen) Experimentieren (Peschel 2014; Diener & Peschel 2019) ist dies jedoch ggf. problematisch, da Einstellungen und Haltungen für oder wider bestimmte Unterrichtsbedingungen subtil durch unbewusste Signale und Nonverbalitäten transportiert werden können und damit die Offenheit beim (offenen) Experimentieren (Peschel 2009) ggf. konterkarieren, v.a. dann, wenn „gegen die eigenen Überzeugungen“ unterrichtet wird (Stefanou et al. 2004).

mich im Sachunterricht an, weil es für mich wichtig ist, dass ich Fragen zu einem Thema aus dem Sachunterricht beantworten kann“ (Blumberg et al. 2004, 49) oder „Ich konnte wählen, wie ich es mache“ (Waldenmaier et al. 2015, 62f.). Dabei bleiben u.E. wesentliche und notwendige Aspekte von Experimentieren als gemeinschaftlicher Erkenntnisgewinnung (Kihm, Diener & Peschel 2018) und von Selbstbestimmung unberücksichtigt, da die Frage nach der „sozialen Verursachtheit“ von Entscheidungs- und Beteiligungsprozessen in den o.g. Studien, die Selbstbestimmungsempfinden individualpsychologisch erfassen, nicht näher betrachtet bzw. konzeptualisiert wird (Häcker 2011; Giest 2019).²

Die vorliegenden Studien untersuchen zwar die Einflüsse verschiedener Variablen auf die Lernleistung und ggf. auf das Selbstbestimmungsempfinden, berücksichtigen dabei aber die Ko-Konstruktionen (soziale Aushandlung zwischen Schüler*innen, sowie zwischen Schüler*innen und Lehrkräften) und das *Zustandekommen* von Selbstbestimmung(sempfinden) nur in Ansätzen (Hartinger, Kleickmann & Hawelka 2006; Hecht 2009). Dies führt zu einer Vernachlässigung der sozialen Dimensionen und der „Eigenstruktur von Unterricht als einer etablierten sozialen Praxis“ (Gruschka 2007, 14; vgl. auch Stefanou et al. 2004; Carle & Košinár 2012; Furtak et al. 2012). Selbstbestimmungsempfinden ist hierbei lediglich ein Oberflächenmerkmal der tiefergehenden, intersubjektiven Aushandlung von Beteiligung. Im Projekt *doing* AGENCY soll diese soziale Verursachtheit dagegen stärker als bislang fokussiert werden.

3. *doing* AGENCY – Aushandlung von Selbstbestimmung beim Experimentieren

Das Dissertationsprojekt *doing* AGENCY folgt den methodologischen Grundannahmen der Grounded Theory (GT) und zielt auf eine Theorieentwicklung (Glaser & Strauss 2010), in deren Mittelpunkt die Forschungsfrage steht, wie Selbstbestimmung beim Experimentieren jeweils neu zwischen Schüler*innen, Lehrpersonen und dem Phänomen/der Sache *ausgehandelt* wird. Ein Augenmerk dieser Theorieentwicklung liegt auf „Multiverbalität“ (Abschn. 2.1), d.h.

² In Konzepten wie „Offenes Experimentieren“ (Peschel 2009) oder „Freies Explorieren und Experimentieren“ (Köster 2013) ist die soziale Verursachtheit von Entscheidungsprozessen beim Experimentieren zwar berücksichtigt, aber eben noch nicht empirisch grundgelegt, sondern nur theoretisch begründet bzw. als Randaspekt von Forschung mitbetrachtet (a.a.O.).

auf den verbalen *und* nonverbalen Anteilen der Entscheidungsprozesse (Mimik, Gestik, Körpersprache, Positionierung im Raum/in Bezug zu den Schüler*innen und der Sache), auf deren Simultaneität sowie v.a. auf dem Einfluss von Kommunikation auf die Aushandlung von Selbstbestimmung. Der empirische Abschnitt dieses Beitrages diskutiert anhand einer exemplarischen Vignette dabei v.a. die (Teil-)Frage, welche verbalen und nonverbalen Interventionen durch Lehrpersonen stattfinden, wenn Schüler*innen experimentieren.

Im Rahmen der im Projekt *doing AGENCY* beinhalteten qualitativen Studie wurden Grundschüler*innen und Lehrkräfte auf verschiedenen Niveaustufen des Offenen Experimentierens (Peschel 2009) teilnehmend beobachtet (in Anlehnung an Breidenstein, Hirschauer, Kalthoff & Nieswand 2015). Die Teilnehmende Beobachtung fand im Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX; www.GOFEX.info) statt. Insgesamt wurden zwischen April 2018 und November 2019 vierzehn verschiedene sog. GOFEX-Tage (Schulklassenbesuche im Grundschullabor für Offenes Experimentieren) mit insgesamt zehn verschiedenen Schulklassen erhoben (216 Schüler*innen, fünfzehn Lehrkräfte, außerdem fachwissenschaftlich/fachdidaktisch qualifizierte Mitarbeitende als Lernbegleitung des GOFEX). Dem *Theoretical Sampling* und der Idee *kontrastierender Stichproben* folgend (Glaser & Strauss 2010), wurden unterschiedliche Themen (u.a. Luft, Sinne, Feuer, Brücken), alle Klassenstufen der vierjährigen Grundschule und verschiedene Öffnungsstufen berücksichtigt. Die Öffnungsstufen unterscheiden sich im Ausmaß der Beteiligung der Schüler*innen in den o.g. Entscheidungsbereichen.

Die Kommunikations- und Interaktionsprozesse wurden in Form von Feldnotizen verschriftet und anschließend in Beobachtungsprotokolle überführt. Von jedem der GOFEX-Tage liegen jeweils etwa 10-14 Seiten Beobachtungsprotokolle vor. Mittels Grounded Theory Kodierparadigma wurden die Daten kodiert, analytisch verdichtet und systematisiert.

Wie ausgeführt, verkürzen bzw. vernachlässigen Ansätze, die auf Selbstbestimmungsempfinden (und damit meist auf die Selbstbestimmungstheorie der Motivation nach Edward Deci und Richard Ryan) rekurrieren, die „soziale Verursachtheit“ von Selbstbestimmung. Das Projekt *doing AGENCY* fokussiert dagegen die sozialen Mechanismen der *Aushandlung* von Selbstbestimmung und nutzt dazu den AGENCY-Ansatz (Biesta & Tedder 2007; Betz & Eßer 2016), weil dieser Selbstbestimmung eben nicht als individualpsychologische Eigenschaft einer Person auffasst (Abschn. 1). Für die Untersuchung der intersubjekt-

tiven Wirkungsmechanismen von Selbstbestimmungs*aushandlung* wurden spezifische sozialwissenschaftliche Ansätze transferiert (vgl. Kihm & Peschel 2019; 2020). Reminiszenzen an sozialwissenschaftliche Forschung, z.B. an den AGENCY-Theorieansatz, ermöglichen es dabei, nicht nur oberflächenstrukturelle Merkmale von Unterricht zu betrachten. Vielmehr werden soziale Aushandlungsprozesse, (non)verbale Kommunikationsstrategien und Geltungs- bzw. Autoritätseinflüsse einer Beobachtung zugänglich gemacht (a.a.O.). Die „soziale Verursachtheit“ von Lehr-Lern-Prozessen wird so erforschbar: Sowohl die zugrunde gelegte Grounded Theory (GT) Methodologie als auch die genutzte AGENCY-Theorie betonen und erweitern die bisherigen Forschungsansätze (Abschn. 2) spezifisch um das Prozesshafte und das *Sozialkonstruierte* menschlichen Handelns (Breidenstein et al. 2015).

Im Projekt ist die Annahme leitend, „dass durch die Teilnahme an face-to-face-Interaktionen bzw. die unmittelbare Erfahrung von Situationen Aspekte des Handelns und Denkens beobachtbar werden, die in Gesprächen und Dokumenten [...] über diese Interaktionen bzw. Situationen nicht in dieser Weise zugänglich wären“ (Lüders 2011, 151). Kernelement ist dabei die Wendung von „unsichtbarer“, *intraindividuelle* Selbstbestimmung hin zu deutlich differenzierteren, wahrnehmbaren *interindividuellen Interaktionsmechanismen* unter gesellschaftlichen und situativen Kontextbedingungen (v.a. Nonverbalitäten, Aufgaben, Phänomene u.a.), um Selbstbestimmung (hier: in der sozialen Situation „Experimentieren“) zwischen allen Akteur*innen und dem Phänomen/der Sache *auszuhandeln* (Bohl & Kucharz 2010; Häcker 2011).

Eine Verortung der Studie im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht ist umso bedeutender, als eine Forderung nach Beteiligung in diesem Bereich zunächst ungewohnt bzw. kontraintuitiv wirkt (Kihm & Peschel i.V.): Experimentier-Lehr-Lern-Situationen sind gewöhnlich eher gering partizipativ konnotiert. Schüler*innen werden beim Experimentieren meist nur wenig an Entscheidungsprozessen beteiligt (Ohle, Fischer & Kauertz 2011; Peschel 2014). Die Lehrkraft gibt Material, Arbeitsblätter und Arbeitsaufträge aus; sie sagt, worauf besonders geachtet werden soll, was „richtig“ oder „falsch“ ist und wann ein Experiment zu Ende ist.

Die folgende Vignette zeigt eine der beobachteten Experimentiersituationen. Sie exemplifiziert die nachfolgend vorgenommene Analyse anhand einer Situation, die an einem GOFEX-Tag beobachtet wurde. Im Datenmaterial finden sich weitere Beispiele für die vorgenommene Analyse. Gleichwohl skizziert die Vignette

keinen Schulunterricht. Anders als im Sachunterricht an Grundschulen, wo zum einen zu wenig (Peschel 2010), zum anderen überwiegend geschlossen experimentiert wird (Ohle, Fischer & Kauertz 2011), werden die Konzepte „Offenen Experimentierens“ (Peschel 2009) im GOFEX in unterrichtsnahen Experimentiersituationen umgesetzt und sind einer Beobachtung zugänglich. Die „Unterrichtsnähe“ und Übertragbarkeit auf Schule ergibt sich u.a. durch den Klassenraumcharakter des GOFEX, durch das Alltagsmaterialkonzept und durch das didaktische Konzept (Peschel 2010).

Es geht in diesem Beitrag *nicht* darum, die GT im Gesamtzusammenhang darzustellen, obgleich es Überschneidungen zum „Experimentierdreieck“ (Kihm & Peschel 2019; 2020) gibt. Stattdessen erfolgt eine Analyse der Vignette unter dem Fokus „Multi- und Nonverbalitäten“. Anhand der Vignette wird die Aushandlung von Selbstbestimmung exemplarisch mittels des o.g. Forschungsparadigmas rekonstruiert. Der Einfluss des Aufgabenformates und der Interventionen von Lehrkraft (LP#1) auf das Handeln und die Entscheidungen der Schüler*innen S#1, S#2 und S#3 werden analysiert, um spezifisch den Einfluss von Nonverbalität auf Experimentierprozesse zu reflektieren.

4. Fokus: Einfluss von Multiverbalitäten auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Experimentieren

Auf einem Tisch liegt eine Karte mit der Aufgabe „*Gib verschiedene Lebensmittel nacheinander ins Sprudelwasser! Vergleiche! Was fällt dir auf?*“ Im didaktischen Konzept des GOFEX ist diese Aufgabe auf Öffnungsstufe 2 zu verorten (Peschel 2009). Das bedeutet, dass sie nicht nur organisatorisch (bzgl. Sozialform, Bearbeitungsreihenfolge, -ort und -dauer) (Öffnungsstufe 1), sondern auch methodisch geöffnet ist (bzgl. Lernziele, Materialien, Bearbeitungswege) (Öffnungsstufe 2). Anders als Öffnungsstufe 3 (inhaltlich geöffnet) gibt die Aufgabe allerdings konkret ein Experiment vor.

*Vignette: Drei Schüler*innen, S#1, S#2 und S#3, haben zunächst Sprudel, anschließend Cola in ein Glas gefüllt. Nun legen sie ein Stückchen Schokolade auf dem entstandenen „Schaumbett“ der Sprudel-Cola-Lösung ab. Die Schokolade sinkt. Später geben sie wenige Tropfen Zitronensaft hinzu und beobachten, wie die Schokolade nach oben steigt und dort an der Oberfläche treibt. Nach erneuter Zugabe von etwas Cola sinkt das Schokoladenstückchen wieder. S#1, S#2 und S#3 wiederholen dies einige Male, geben abwechselnd*

tröpfchenweise Zitronensaft und Cola ins Glas. Währenddessen tritt die Lehrperson LP#1 zur Gruppe, stützt sich mit beiden Händen auf die Tischfläche und beobachtet [...].

Als S#2 gerade einige Tropfen Zitronensaft Richtung Glas führt, hält LP#1 die Hand flach über das Glas. „So, das habt ihr jetzt ja oft genug gemacht. Was könnt ihr denn noch verändern daran?“ S#3 antwortet sofort: „Wir können schauen, ob das mit Salzbrezeln auch passiert“. LP#1 rollt mit den Augen und seufzt leise hörbar. Die Lehrperson stützt sich wieder mit beiden Händen ab, verharrt mit ihrem Blick einige Sekunden auf der Tischplatte, dann schaut sie S#3 an und erwidert: „Ok, gute Idee! Macht das!“ Ihrer Stimme entnehme ich dabei etwas Klagendes, Unzufriedenes. S#1, S#2 und S#3 wiederholen das Experiment einmal mit Salzbrezeln, dann brechen sie es ab.

Durch die Öffnungsstufe der Aufgabe wird die Aushandlung von Selbstbestimmung grundgelegt. Die Aufgabe macht S#1, S#2 und S#3 Vorgaben, z.B. bzgl. des Inhaltes, um den es geht ((Sprudel-)Wasser). Andere Aspekte sind in/ mit der Aufgabe bewusst nicht vorgegeben oder angeleitet, z.B. der methodische Zugang zum Inhalt, die Auswahl bestimmter Teilphänomene, die Lernziele oder organisatorische Aspekte der Bearbeitung (z.B. Sozialform, Zeit). Die Schüler S#1, S#2 und S#3 sollen im GOFEX diesbezüglich selbst Entscheidungen treffen. Ihre Entscheidungen für bestimmte Materialien, Lernwege und die in Teilen freie Einteilung der Zeit korrespondieren mit den Intentionen des didaktischen Konzepts und der Aufgabe auf Öffnungsstufe 2 des GOFEX.³

Durch den Umgang mit der Aufgabe und die sozialen Interaktionen wird die Selbstbestimmungsaushandlung fortgeführt bzw. ausgeweitet. LP#1 interagiert mit S#1, S#2 und S#3, beeinflusst dabei die Aufgabenbearbeitung und die Entscheidungsprozesse beim Experimentieren ohne Sachzusammenhang und Sensibilität für den ko-konstruktiven Lernprozess (Diener & Peschel 2019). Durch

³ Im GOFEX stehen verschiedene Gegenstände/Alltagsmaterialien und auch Lebensmittel zur Verfügung, die die Schüler*innen allerdings selbständig auswählen und beschaffen müssen (Materialkonzept, sog. GOFEX-Haus) (Peschel 2009). Die Zugänglichkeit und Anordnung von Materialien zeigt Auswirkungen auf die Handlungs- und Auswahlmöglichkeiten von Inhalten und Methoden, nimmt also Einfluss auf die Selbstbestimmungsaushandlung. Dies ist eine weitere, zentrale Erkenntnis der Studie *doing AGENCY* (Kihm & Peschel 2017).

Körperhaltung, Präsenz, Mimik und Gestik tritt LP#1 als Instanz einer „kontrollierten Autonomie“ (Baltruschat 2010, 238) auf:

1. Das Herantreten an den Experimentiertisch geschieht auf eine spezielle Art. LP#1 bleibt nicht „einfach nur stehen“ oder „setzt sich dazu“, sondern stützt sich mit beiden Händen ab – über das Experiment gebeugt, von wo sie das Schüler*innenhandeln beobachten und kontrollieren kann. Diese Körperhaltung signalisiert Präsenz und die Möglichkeit, jederzeit eingreifen zu können. Dass LP#1 vorbereitet ist, dies auch zu tun, zeigt sich im weiteren Verlauf:
2. Nach einigen Wiederholungen greift LP#1 ein und stoppt damit das von den Schüler*innen intendierte, weil begonnene, erneute Eingießen von Zitronensaft. Diese Intervention geschieht „multiverbal“, wobei alle Kommunikationskanäle „die gleiche Botschaft senden“ (im Gegensatz zu 3.). Die Handgestik (flaches Ausrichten über das Glas) „versperrt“ die Glasöffnung für ein Nachgießen. Der Impuls von LP#1 unterstreicht dies. Die Schüler hätten dies, so die Auffassung der Lehrperson, nun schon oft genug wiederholt (ergo genug beobachtet, durchdrungen, verstanden usw.), was LP#1 allerdings nicht nachfragt bzw. mit den Schüler*innen rückkoppelt. Stattdessen instruiert sie eine Variablenmodifikation, sodass die Schüler*innen jetzt etwas anderes verändern sollen.
3. S#3s Alternativvorschlag (Salzbrezeln) wird von LP#1 „kommentiert“; diesmal divergieren allerdings die „Botschaften“ des verbalen und nonverbalen Kommunikationskanals, weshalb die „Multiverbalität“ hier subtiler ist. Dies wirkt zunächst anspornend und motivierend. LP#1 sagt zwar: „Ok! Gute Idee! Macht das!“, verdreht jedoch die Augen bzw. rollt mit den Augen und atmet leise hörbar ein und aus. Die eigentlich skeptische Haltung von LP#1 kommt also durch entsprechende Mimik und Atemtechnik zum Ausdruck – konträr zur verbalen Botschaft. Dies sind nonverbale, subtile und vermutlich unbewusste Einflüsse durch LP#1 auf das Experimentieren, die ggf. von S#1, S#2 und S#2 wahrgenommen wurden (vgl. auch Lipowsky 2002; Stefanou et al. 2004; Carle & Košinár 2012). Als gemeinsame Entscheidung brechen S#1, S#2 und S#3 das Experiment kurze Zeit später ab.

Die nonverbalen Interventionen (Gestik, Mimik, Körperhaltung) führen dazu, dass von eigenen Bearbeitungswegen und Vorhaben der Schüler*innen abgewichen wird. Selbst, wenn sie – wie in der oben skizzierten, exemplarischen Vignette – selbst über Materialien, Zugänge, Lösungswege und Bearbeitungsversuche entscheiden dürfen, werden sie vermutlich durch subtile Nonverbalitäten

und Beeinflussungen von eigenen Lösungswegen abgelenkt, hin zu von der Lehrkraft erwarteten, erlaubten bzw. ihr bekannten Lösungen. Dies zeigen auch weitere Vignetten (Kihm & Peschel 2020; i.V.).

Da die Lehrkräfte aufgrund der Informationen und Vorbesprechungen zu den GOFEX-Tagen wissen (sollten), dass sie sich in offenen Experimentiersituationen im GOFEX zurückhalten sollen, verstecken sie (bewusst oder unbewusst) ihre Interventionen und Einschränkungen häufig in Nonverbalitäten (Diener & Peschel 2019). Baltruschat (2010, 238) spricht hier von „kontrollierter Autonomie“. Die subtilen Multiverbalitäten der Beeinflussung werden aber eben – so die Analyse in Abschn. 2 – in bisheriger Forschung meist nicht nachvollziehbar dokumentiert oder offengelegt.

Durch diese Beeinflussungen richtet LP#1 die Aufmerksamkeit von S#1, S#2 und S#3 sowie das Schüler*innenhandeln allerdings subtil an seinen/ihren Erwartungen aus. Denn die drei Schüler*innen hören zuerst mit den Wiederholungen (Cola bzw. Zitronensaft in die Lösung kippen) auf, setzen die Idee, die sie infolge des LP#1-Impulses selbst vorbringen (Salzbrezeln anstelle der Schokoladenstückchen), nur einmalig um. Dann brechen sie das gesamte Experiment ab und wenden sich einer anderen Aufgabe zu.

5. Fazit

Im Artikel wurden drei „Multiplitäten“ differenziert, die dazu führen, dass Experimentier-Lehr-Lern-Situationen und insbesondere deren Erforschung sich als äußerst komplex erweisen. Der Fokus wurde dabei besonders auf Multiverbalitäten gesetzt, das Mehrebenenproblem und die Multidimensionalität dagegen nur am Rande berücksichtigt (Kihm & Peschel 2019; 2020; i.V.).

Entscheidungen beim Experimentieren werden interaktiv, verbal *und* nonverbal, bewusst *und* unbewusst transportiert, kommuniziert und ausgehandelt (vgl. Lipowsky 2002; Stefanou et al. 2004; Furtak et al. 2012). Diese Aushandlungsprozesse wirken, so die Analyse in der qualitativen Studie des Projektes *doing AGENCY*, in jeder Situation psycho-sozial, sind grundsätzlich immer wieder neu bzgl. der selbstbestimmten Anteile der Beteiligten zu betrachten und zu reflektieren. Dabei nehmen – neben Aspekten wie Materialien, Phänomenen, Raum und Zeit usw. – v.a. das eingesetzte Aufgabenformat (in den verschiedenen Öffnungsstufen nach Peschel 2009; 2014) und die Interventionen der Lehrperson Einfluss auf das Handeln und die Entscheidungen der Schüler*innen, auf

die Aushandlung von Selbstbestimmung (*doing AGENCY*) und damit auf partizipative Experimentierprozesse.

Dabei besteht u.E. die Gefahr, dass sich „traditionelle“ Zuständigkeiten (für Materialien, Lernwege usw.) v.a. durch den Einfluss nonverbaler, oft unbewusster Kommunikation (der Lehrkraft) auf die Entscheidungen der Schüler*innen verfestigen (Mimik, Gestik, Körpersprache/-haltung, Präsenz).

Die exemplarischen Analysen geben einen Einblick in die vielfältigen individuellen, kollektiven und sozialen Einfluss-/Wirkungsfaktoren, die kollektiv mit der Selbstbestimmungsaushandlung in Experimentiersituationen zusammenhängen und in dieser Dynamik rekonstruiert werden müssen, um den vielfältigen, komplexen Variablen beim Experimentieren gerecht zu werden.

Literatur

- Baltruschat, A. (2010): Die Dekoration der Institution Schule: Filminterpretationen nach der dokumentarischen Methode. Wiesbaden.
- Betz, T. & Eßer, F. (2016): Kinder als Akteure – Forschungsbezogene Implikationen des erfolgreichen Agency-Konzepts. In: Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, 11, 3, 301-315.
- Biesta, G. & Tedder, M. (2007): Agency and Learning in the Lifecourse: Towards an Ecological Perspective. In: Studies in the Education of Adults, 39, 2, 132-149.
- Blumberg, E., Möller, K. & Hardy, I. (2004): Erreichen motivationaler und selbstbezogener Zielsetzungen in einem schülerorientierten naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. In: Bos, W. (Hrsg.): Heterogenität. Eine Herausforderung an die empirische Bildungsforschung. Münster u.a., 41-55.
- Bohl, T. & Kucharz, D. (2010): Offener Unterricht heute: Konzeptionelle und didaktische Weiterentwicklung. Weinheim.
- Breidenstein, G., Hirschauer, S., Kalthoff, H. & Nieswand, B. (2015): Ethnografie: Die Praxis der Feldforschung. Stuttgart.
- Brünken, R., Münzer, S. & Spinath, B. (2018): Pädagogische Psychologie – Lernen und Lehren. Göttingen.
- Carle, U. & Košinár, J. (2012): Die gute Aufgabe gibt es nicht. Zur Relationalität von Aufgabenqualität. In: Carle, U. & Košinár, J. (Hrsg.): Aufgabenqualität in der Grundschule. Baltmannsweiler, 239-245.
- Chen, Z. & Klahr, D. (1999): All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy. In: Child Development, 70, 5, 1098-1120.
- Diener, J. & Peschel, M. (2019): Lehrerhandeln im Grundschullabor für Offenes Experimentieren. In: Peschel, M. & Carle, U. (Hrsg.): Praxisforschung Sachunterricht. Baltmannsweiler, 11-34.

- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D.C. (2012): Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. In: Review of Educational Research, 82, 3, 300-329.
- Giest, H. (2019): Methodologische Probleme empirischer Forschung zur Didaktik des Sachunterrichts. In: Giest, H., Gläser, E. & Hartinger, A. (Hrsg.): Methodologien der Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn, 15-45.
- Glaser, B.G. & Strauss, A.L. (2010): Grounded Theory: Strategien qualitativer Forschung. Bern.
- Gruschka, A. (2007): „Was ist guter Unterricht?“. Über neue Allgemein-Modellierungen aus dem Geiste der empirischen Unterrichtsforschung. In: Pädagogische Korrespondenz, 36, 10-43.
- Häcker, T.H. (2011): Portfolio: Ein Entwicklungsinstrument für selbstbestimmtes Lernen. Baltmannsweiler.
- Hardy, I., Jonen, A., Möller, K. & Stern, E. (2006): Effects of Instructional Support Within Constructivist Learning Environments for Elementary School Students' Understanding of „Floating and Sinking“. In: Journal of Educational Psychology, 98, 307-326.
- Hartinger, A. (2015): Experimente und Versuche. In: Reeken, D. von (Hrsg.): Handbuch Methoden im Sachunterricht. Baltmannsweiler, 68-75.
- Hartinger, A., Kleickmann, T. & Hawelka, B. (2006): Der Einfluss von Lehrervorstellungen zum Lernen und Lehren auf die Gestaltung des Unterrichts und auf motivationale Schülervariablen. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9, 1, 110-126.
- Hecht, M. (2009): Selbsttätigkeit im Unterricht – Empirische Untersuchungen in Deutschland und Kanada zur Paradoxie pädagogischen Handelns. Wiesbaden.
- Kihm, P., Diener, J. & Peschel, M. (2018): Kinder forschen – Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis. In: Peschel, M. & Kelkel, M. (Hrsg.): Fachlichkeit in Lernwerkstätten – Kind und Sache in Lernwerkstätten. Bad Heilbrunn, 66-84.
- Kihm, P. & Peschel, M. (2017): Interaktion und Kommunikation beim Experimentieren von Kindern – Eine Untersuchung über interaktions- und kommunikationsförderliche Aufgabenformate. In: Peschel, M. & Carle, U. (Hrsg.): Forschung für die Praxis. Frankfurt: Grundschulverband e.V., 66-80.
- Kihm, P. & Peschel, M. (2019): *doing* AGENCY – der Transfer von AGENCY-Elementen in Lernwerkstätten am Beispiel des Grundschullabors für Offenes Experimentieren. In: Tänzer, S., Godau, M., Bergau, M. & Mannhaupt, G. (Hrsg.): Perspektiven auf Hochschullernwerkstätten. Wechselspiele zwischen Individuum, Gemeinschaft, Ding und Raum. Bad Heilbrunn, 184-188.
- Kihm, P. & Peschel, M. (2020): Einflüsse von Aushandlungs- und Interaktionsprozessen auf Lernwerkstattarbeit. In: Stadler-Altman, U., Schumacher, S., Emili, E.A. & Dalla Torre, E. (Hrsg.): Spielen, Lernen, Arbeiten in Lernwerkstätten. Facetten der Kooperation und Kollaboration. Bad Heilbrunn, 87-99.
- Kihm, P. & Peschel, M. (i.V.): Demokratielernen durch Experimentieren?! – Aushandlung eines selbstbestimmten Vorgehens beim Offenen Experimentieren im Sachunterricht. In: Si-

- mon, T. (Hrsg.): Demokratie im Sachunterricht – Sachunterricht in der Demokratie. Wiesbaden.
- Klahr, D. & Nigam, M. (2004): The Equivalence of Learning Paths in Early Science Instruction. In: *Psychological Science*, 15, 10, 661-667.
- Kosler, T. (2016): Naturwissenschaftliche Bildung im Elementar- und Primarbereich. Bad Heilbrunn.
- Köster, H. (2013): Zur Rolle des Experimentierens im Sachunterricht. In: Köster, H., Hellmich, F. & Nordmeier, V. (Hrsg.): *Handbuch Experimentieren*. Baltmannsweiler, 49-68.
- Krumbacher, C. (2016): Die Relevanz lernprozessorientierter Sequenzierung im physikbezogenen Sachunterricht – Eine Videostudie zur Berücksichtigung von Tiefenstrukturen beim Experimentieren. Dissertation. Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Physik.
- Kruse, N. (1996): Lernen im Anfangsunterricht. Ansätze zu einer subjektwissenschaftlichen Grundlegung. Hamburg.
- Lange, J. (2017): Schulische Materialität. Empirische Studien zur Bildungswirtschaft. Berlin.
- Leuchter, M. (2009): Die Rolle der Lehrperson bei der Aufgabenbearbeitung: Unterrichtsbezogene Kognitionen von Lehrpersonen. Münster.
- Lipowsky, F. (2002): Zur Qualität offener Lernsituationen im Spiegel empirischer Forschungen. In: Drews, U. & Wallrabenstein, W. (Hrsg.): *Freiarbeit in der Grundschule. Offener Unterricht in Theorie, Forschung und Praxis*. Frankfurt, 126-159.
- Lüders, C. (2011): Teilnehmende Beobachtung. In: Bohnsack, R. Marotzki, W. & Meuser, M. (Hrsg.): *Hauptbegriffe Qualitativer Sozialforschung*. Leverkusen-Opladen u.a., 151-153.
- Lüders, M. & Rauin, U. (2008): Unterrichts- und Lehr-Lern-Forschung. In: Helsper, W. & Böhme, J. (Hrsg.): *Handbuch der Schulforschung*. Wiesbaden, 717-745.
- Nießeler, A. (2020): Kulturen des Sachunterrichts: Bildungstheoretische Grundlagen und Perspektiven der Didaktik. Baltmannsweiler.
- Ohle, A., Fischer, H.E. & Kauertz, A. (2011): Der Einfluss des physikalischen Fachwissens von Primarstufenlehrkräften auf Unterrichtsgestaltung und Schülerleistung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 357-389.
- Peschel, M. (2009): Der Begriff der Offenheit beim Offenen Experimentieren. In: Höttecke, D. (Hrsg.): *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung*. Münster, 268-270.
- Peschel, M. (2010): Grundschullabor für Offenes Experimentieren – Grundschultransfer. In: Giest, H. & Pech, D. (Hrsg.): *Anschlussfähige Bildung im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn, 49-57.
- Peschel, M. (2014): Vom instruierten zum freien Forschen – Selbstbestimmungskonzepte im GOFEX. In: Hildebrandt, E., Peschel, M. & Weißhaupt, M. (Hrsg.): *Lernen zwischen freiem und instruiertem Tätigsein*. Bad Heilbrunn, 67-79.
- Peschel, M. (2016): Offenes Experimentieren – Individuelles Lernen. Aufgaben in Lernwerkstätten. In: Hahn, H., Esslinger-Hinz, I. & Panagiotopoulou, A. (Hrsg.): *Paradigmen und Paradigmenwechsel in der Grundschulpädagogik*. Baltmannsweiler, 120-129.
- Röhl, T. (2015): Die Objektivierung der Dinge. Wissenspraktiken im mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulunterricht. In: *Zeitschrift für Soziologie*, 44, 3, 162-179.

- Schlömerkemper, J. (2017): Pädagogische Prozesse in antinomischer Deutung: Begriffliche Klärungen und Entwürfe für Lernen und Lehren. Weinheim, München.
- Schütte, F. (2019): Freies Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis. Eine Suchraumrekonstruktion nach der dokumentarischen Methode. Wiesbaden.
- Stefanou, C.R., Perencevich, K.C., DiCintio, M. & Turner, J.C. (2004): Supporting Autonomy in the Classroom: Ways Teachers Encourage Student Decision Making and Ownership. In: *Educational Psychologist*, 39, 2, 97-110.
- Wahl, D. (2013): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Bad Heilbrunn.
- Waldenmaier, C., Müller, B., Köster, H. & Körner, H.-D. (2015): Engagiertheit und Motivation in unterschiedlichen Experimentiersituationen im Sachunterricht. In: Fischer, H.-J., Giest, H. & Michalik, K. (Hrsg.): *Bildung im und durch Sachunterricht*. Bad Heilbrunn, 87-92.

Inklusion oder Exklusion durch Sprache – eine netzwerkanalytische Studie zur Einbindung aller Schülerinnen und Schüler in informelle Klassenstrukturen in Grundschulen in NRW

Miriam Kuckuck und Claudia Henrichwark

This article deals with the integration of migrant children in informal communication networks in primary schools in Nordrhein-Westfalen (Germany). The basic assumption is that these networks can serve as an indicator for the networking and embedding taking place within the class community. Therefore, it can be used to investigate the integration of pupils with a migrant background. The initial results reveal that the pupils with a migrant background are well integrated into the class networks. This network analytical study discloses that the migration background does not serve as a conclusive characteristic of the pattern of class networks. The pupils are more or less networked with each other regardless of their migration background, though it did emerge that children born abroad, in particular, are far more likely to have outgoing relationships that remain unreciprocated.

1. Einleitung

Der Schule kommt bei der Inklusion aller Kinder in die Gesellschaft eine wesentliche Rolle zu. Nicht nur durch ihren Bildungsauftrag ist die Schule eine wichtige Instanz, um allen Kindern Chancengleichheiten zu gewähren. Neben dem formalen Unterricht und seinen Funktionen bietet die Schule auch für Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, Freunde zu finden und Freundschaften zu pflegen. Die Schule – insbesondere die Schulklassen – bieten eine Gelegenheit für Kinder und Jugendliche, Freundschaften zu bilden. Freundschaften sind für die Entwicklung von großer Bedeutung. Nach Esser (1990) können interethnische Freundschaften als ein zentraler Indikator der Integration von Migranten in die Aufnahmegesellschaft angesehen werden. Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden Studie untersucht, inwiefern Kinder mit Migrationshintergrund in informelle Klassenstrukturen eingebunden sind. Dafür werden die Freundschaftsnetzwerke von Kindern der 3. und 4. Klasse an Grundschulen in NRW

(n=1.212) mithilfe eines standardisierten Fragebogens erhoben und mittels der Methode der sozialen Netzwerkanalyse untersucht.

2. Freundschaftsbeziehungen in der Grundschule

Formale und informelle Bildung

Das primäre Ziel von Schule ist die formale Bildung, die im Unterricht stattfindet. Sie erfüllt von der Gesellschaft erwartete Funktionen wie Selektion, Qualifikation und Integration (Fend 2009; Harring 2010; Parsons 1968).

Neben dieser regulierten Funktion von Schule bietet die Schule durch informelle Bildung eine Arena alltäglichen Austauschs zwischen Gleichaltrigen (Aufenvenne, Kuckuck, Leimbrink, Pochadt & Steinbrink 2018a). Dabei geschieht informelle Bildung nicht geplant, sondern vielmehr ungeplant, indirekt und durch beiläufige Bildungsprozesse. Klassische Bildungsorte sind hier die Familie, Medienwelten und eben Gleichaltrige, sog. Peers (Harring a.a.O.) – die Schulklasse kann daher als Raum sozialer Erfahrungen verstanden werden (Petillon 1980).

Peerbeziehungen und Freundschaften in der Schule

„Konzeptuell lässt sich die Gesamtheit aller Personen, zu denen ein Mensch Beziehungen besitzt, als sein persönliches soziales Netzwerk bezeichnen“ (Lairerter & Lager 2006, 70). Im Kontext der vorliegenden Untersuchung sind die sozialen Netzwerke von Interesse, die Kinder innerhalb ihrer Schulklasse aufbauen. Da Kinder – durch Übermittagsbetreuungen und Angebote am Nachmittag – viel Zeit in der Schule verbringen, ist die Schule ein wichtiger Ort für den Austausch zwischen den Peers.

Der Schule wird auch bei der Integration von Kindern mit nichtdeutscher Familiensprache eine wichtige Rolle zugeschrieben: Gansbergen (2014) untersuchte beispielsweise, ob der Anteil deutscher Freunde bei Kindern mit Migrationshintergrund einen positiven Effekt auf deren Schulerfolg hat. Die Auswertung der Grundschuldaten bestätigte diese Vermutung nicht. Gleichzeitig wurde deutlich, dass die meisten Kinder ein bildungshomogenes Netzwerk haben. Die Zusammenhänge der Noten mit den Merkmalen der Freunde sind für Kinder mit und ohne Migrationshintergrund identisch bzw. vergleichbar. Dabei ist unabhängig vom Migrationshintergrund für Schülerinnen und Schüler die kulturelle und

ökonomische Kapitalausstattung ihrer Familie entscheidend (Gansbergen a.a.O.).

Wenige Studien haben bislang untersucht, inwiefern Kinder mit Migrationshintergrund in die sozialen Klassennetzwerke integriert sind (u.a. Petillon & Laux 2002; Aufenvenne et al. 2018a, b, c; Kuckuck & Henrichwark 2020a, b).

Freundschaften und Sprache

Insbesondere der Austausch und die Interaktion mit den Peers sind wichtig für die Persönlichkeitsentwicklung (Krappmann 2010). „Peerbeziehungen – insbesondere Freundschaftsbeziehungen – [haben] einen bedeutsamen Einfluss auf den Erwerb von sozialen Kompetenzen und fördern die Internalisierung von Sach- und Fachkompetenzen. Die Gruppe Gleichaltriger bietet unter dieser Perspektive vielfältige Lern-, Erfahrungs- und Experimentierchancen, welche zur Entwicklung eigener Lebensstile, Normen, Werte und Ausdrucksweisen dienen“ (Harring, Böhm-Kasper, Rohlf & Palentien 2010, 9). Sprachliche Erfahrungen, Redewendungen, Ausdrucksvermögen und auch non-verbale Ausdrücke sind nicht für die Kommunikation innerhalb des Unterrichts, sondern eben auch für Peerbeziehungen von großer Bedeutung. Auch wenn zwischen Freundschaften und Peergruppen unterschieden werden kann (von Salisch & Seiffge-Krenke 1996), bildet die Klasse eine Gruppe von Peers. Innerhalb dieser Peergruppe bilden die Kinder Freundschaften, die sich im Verlauf der Kindheit von selbstbezogenen Orientierungen bis zu Formen eines partnerzentrierten gerechten Austausches entwickeln können (Petillon 2011). Dabei werden Freundschaften nicht wahllos gebildet. Kuperschmidt, De Rosier und Patterson (1995) konnten bei Kindern im Grundschulalter im angloamerikanischen Raum zeigen, dass sich Freunde nicht nur hinsichtlich des Geschlechts und der ethnischen Gruppe (black vs. white) bildeten, sondern auch in Bezug auf soziodemographische Hintergründe, Schulleistungen und Verhalten (z.B. Schüchternheit, Umgang mit Aggressionen). Dieses Phänomen wird (soziale) Homophilie genannt und zeigt sich in einer Vielzahl von Studien bei Kindern und Jugendlichen in Bezug auf das Geschlecht und die ethnischen Gruppe (z.B. Boulton & Smith 1996; Graham & Cohen 1997). Dass die Homophilie hinsichtlich der ethnischen Gruppen im Alter zunimmt, wurde ebenfalls in einigen Studien aus dem englischsprachigen Raum deutlich (Graham, Cohen, Zbikowski & Secrist 1998; Aboud, Mendelson & Purdy 2003). Für den deutschsprachigen Raum konnten Reinders und Man-

gold (2005) zeigen, dass die Ausprägungen in Bezug auf Homophilie und ethnischer Gruppe (hier eine Unterteilung in deutsche, italienische und türkische 14-Jährige) weniger prägnant sind, als bei den vorherigen Studien herausgestellt wurde. Auch Strohmaier, Nestler und Spiel (2006) arbeiteten in ihrer Untersuchung mit 204 Kindern der 4. Klasse heraus, dass die Tendenz zur kulturellen Homophilie nicht so stark ausgeprägt ist wie bei den Studien aus dem angloamerikanischen Raum. In ihrer Stichprobe konnten sie dennoch feststellen, dass der Freundeskreis bei Kindern mit deutscher Muttersprache weitaus homophiler ist als der Freundeskreis von Kindern mit Migrationshintergrund und anderen Muttersprachen als Deutsch. In Anlehnung an Esser (2006) plädieren sie dafür, dass die Analyse der kulturellen Zusammensetzung der Freundeskreise als ein brauchbarer Indikator für das Ausmaß der sozialen Integration genutzt werden kann. Daher verfolgen wir in diesem Beitrag die Fragestellung, inwiefern Kinder mit Migrationshintergrund in informelle Klassenstrukturen eingebunden sind.

3. Methodik

Für die Beantwortung der Fragestellung bietet sich die Methode der Sozialen Netzwerkanalyse an. Die Soziale Netzwerkanalyse (SNA) ermöglicht die Analyse von Gesamtnetzwerken, die als eine zuvor abgegrenzte Menge von sozialen Akteuren (Knoten) und zwischen ihnen bestehenden Beziehungen (Kanten/ Relationen) definiert sind (Steinbrink, Aufenvenne & Schmidt 2013, 439).

Diese Definition lässt sich gut auf Schulklassen anwenden, denn diese sind eindeutig abgrenzbar, die Knoten sind hier die Schülerinnen und Schüler, die Kanten sind die Beziehungen unterhalb der Schülerinnen und Schüler (vgl. Bicer, Windzio & Wingers 2014). In Anlehnung an Fuhse (2016) wird davon ausgegangen, dass hinter den erhobenen Beziehungen vergleichbare Verbindungen stehen. Wie intensiv beispielsweise eine Freundschaft empfunden wird, kann jedoch bei dieser Art der Erhebung nicht festgestellt werden – dafür sind ergänzende qualitative Erhebungen geplant. Gerade Freundschaftsbeziehungen werden als gegenseitig verstanden, sodass hier die gegenseitigen (reziproken) Nennungen aussagekräftig sind.

In der hier vorliegenden Studie wurden 1.212 Schülerinnen und Schüler der 3. und 4. Klassenstufe an 61 Grundschulen in Nordrhein-Westfalen nach ihren sozialen Beziehungen innerhalb des jeweiligen Klassenverbands befragt. Erhoben wurden sowohl schulische (Pausenkontakte, Gruppenarbeiten, Problembespre-

chung, Sitznachbar) als auch allgemeine und außerschulische Kontakte und Kommunikationsformen (Partyeinladungen, Besuche zu Hause, Freizeitkontakte). Die Relationen stammen teilweise von anderen empirischen Arbeiten. Aufvenne et al. (2018a, b, c) haben die hier genannten Relationen bereits bei Untersuchungen an weiterführenden Schulen genutzt. Huber und Wilbert (2012) haben beispielsweise Kinder für die Bestimmung der sozialen Integration danach gefragt, neben welchem/welcher Mitschüler*in sie gerne sitzen wollen. Kuckuck und Henrichwark (2020a, b) haben die Fragen bereits an Grundschulen getestet und durchgeführt. Zu jeder der gestellten Fragen innerhalb dieser Erhebung hatten die Kinder die Möglichkeit, beliebig viele Mitschülerinnen und Mitschüler auf einer vorbereiteten Klassennamensliste zu markieren.

Zusätzlich zum Schülerfragebogen erhielten die Lehrkräfte im Rahmen dieser Erhebung einen Fragebogen, um die persönlichen Attribute der Schülerinnen und Schüler zu erheben (Geburtsland des Kindes, Geburtsland der Eltern, Aufenthaltsdauer in Deutschland, Alter, Geschlecht, sonderpädagogischer Förderbedarf, Herkunftssprache u.a.m.).

Im vorliegenden Beitrag liegt der Fokus auf den Aspekten Migrationshintergrund. Andere (integrationsrelevante) Variablen – wie Aufenthaltsdauer oder Leistungsstand – sollen in späteren Analyseschritten Berücksichtigung finden.

Erhoben wurden die Daten im Rahmen eines Lehr-Forschungsprojekts im Rahmen der Lehrerausbildung im Fach Sachunterricht an der Bergischen Universität Wuppertal. Im Mai/Juni 2018 sowie März bis Mai 2019 wurden 61 Klassendatensätze in NRW erhoben und ausgewertet. Damit liegen der vorliegenden Analyse insgesamt Daten von 1.212 Kindern zugrunde: 3. Schuljahr (n=34 Klassen), 4. Schuljahr (n=27 Klassen). Knapp die Hälfte der Kinder (49%) hat keinen Migrationshintergrund. Innerhalb dieser Studie wird entsprechend der Fragestellung zwischen Kindern mit und ohne Migrationshintergrund unterschieden: „Eine Person hat einen Migrationshintergrund, wenn sie selbst oder mindestens ein Elternteil nicht mit deutscher Staatsangehörigkeit geboren wurde“ (Statistisches Bundesamt 2019). Darüber hinaus wird nach Stanat und Edele (2011) unterschieden, ob die Personen selbst zugewandert sind (1. Generation) oder ob die Personen selbst in Deutschland geboren sind, aber mindestens ein im Ausland geborenes Elternteil haben (2. Generation).

Die erhobenen Netzwerkdaten wurden zunächst bereinigt und anonymisiert, bevor sie mithilfe der Netzwerkanalyseprogramme UCINET (Borgatti, Everett &

Freemmann 2009) und Gephi (Bastian, Heymann & Jacomy 2009) ausgewertet und illustriert wurden.

Für die Datenauswertung wird zunächst die Dichte der einzelnen Klassen berechnet und dargestellt. Die Dichte gibt darüber Auskunft, wie hoch der Anteil der bestehenden an den möglichen Beziehungen im Gesamtnetzwerk ist (Fuhse 2016). Mit dieser Berechnung der Netzwerkdichte (Density) können erste Auskünfte über die Beschaffenheit des Netzwerkes gegeben werden. Der errechnete Wert kann dabei zwischen 0 (gar keine Beziehungen) und 1 (maximale Anzahl an Beziehungen) liegen. Je höher der Wert ist, desto größer ist die Dichte des Netzwerkes. Diese Berechnung ist geeignet, um die verschiedenen Klassen miteinander zu vergleichen (Steinbrink, Aufenvenne, Schmidt 2013).

Zur Berechnung der *Degree-Zentralität* werden die Verbindungen eines Knotens gezählt. Schülerinnen und Schüler mit vielen Sozialbeziehungen innerhalb des Netzwerkes sind wichtiger im Netzwerk als solche mit wenigen Beziehungen. Dabei wird zwischen eingehenden Beziehungen (Indegree) und ausgehenden Beziehungen (Outdegree) unterschieden.

Für die Berechnung der *gegenseitigen Beziehungen* (Freundschaften) wird die Anzahl der reziproken Beziehungen errechnet. Als reziproke Beziehung gelten Beziehungen zwischen mindestens zwei Schülerinnen und Schülern, die sich gegenseitig nennen (Fuhse 2016). Zur Untersuchung von Unterschieden zwischen Kindern mit und Kindern ohne Migrationshintergrund wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit anschließendem paarweisen t-Test zur Berechnung der statistischen Signifikanz (Signifikanzniveau $<0,05$) durchgeführt.

Des Weiteren werden zu den Attributen Geschlecht, Migrationshintergrund die *Homophiliewerte* errechnet. Mit der Berechnung des Homophiliewertes kann angegeben werden, ob innerhalb eines Netzwerkes Akteure mit bestimmten Attributen stärker untereinander vernetzt sind. Die Homophilie wird mithilfe des normierten E-I Indexes angegeben. „Grob gesprochen können Netzwerke mit Werten zwischen -0,5 und -1 als homophil und solche mit Werten zwischen 0,5 und 1 als heterophil gedeutet werden“ (Steinbrink et al. 2013, 54).

4. Ergebnisse

Die netzwerkanalytische Darstellung aller Klassennetze zeigt, wie unterschiedlich die Klassen strukturiert sind (Abb. 1).

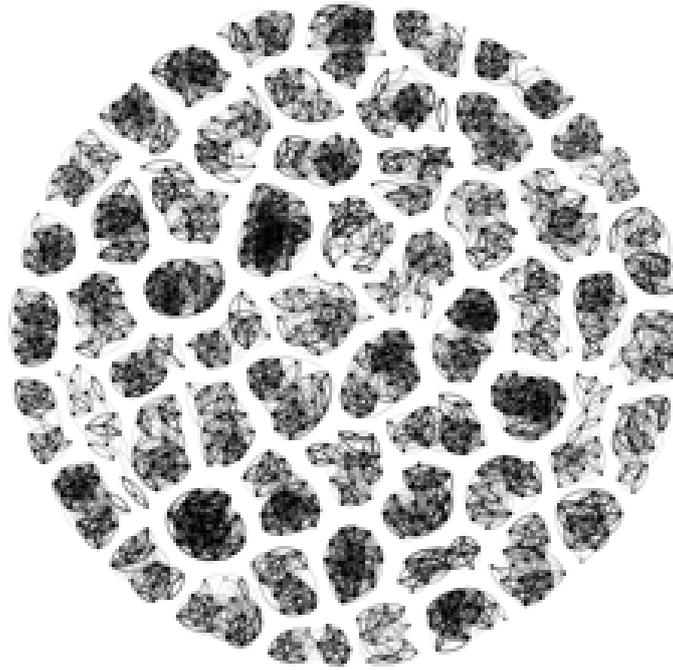


Abb. 1: Übersicht über Netzwerke der analysierten Grundschulklassen (n=61) mit 1.212 Schülerinnen und Schülern (SuS) (eigene Darstellung) (Punkte = Schülerinnen und Schüler; Linien = Beziehungen)

In Abb. 1 ist die Gesamtzahl der Klassen (n=61) zu sehen. Jede kleine Einheit innerhalb der Abbildung stellt eine Klasse dar, die Punkte innerhalb der Einheit sind die Schülerinnen und Schüler, die Linien stellen die Beziehungen dar. In einigen Klassen haben die Schülerinnen und Schüler untereinander sehr viele Beziehungen, in anderen wiederum sind die Beziehungen anzahlmäßig deutlich geringer. Veranschaulicht ist dies durch die Anzahl der Linien zwischen den einzelnen Punkten. Je dunkler also die Einheiten in der Abbildung erscheinen, desto mehr Beziehungen liegen innerhalb dieser Klasse vor. Neben dieser graphischen Darstellung unterstreicht auch die Berechnung der Dichte-Werte (Density) die Bandbreite der unterschiedlichen Klassenstrukturen. Der Minimalwert liegt bei 0,07, der Maximalwert bei 0,43 Beziehungen (Durchschnittswert: 0,22). In Klassen mit niedrigen Density-Werten liegen also anteilig an der möglichen Gesamtmenge weniger Beziehungen zwischen den Kindern vor als in den Klassen mit höheren Density-Werten.

Die Berechnung der Gradzentralität (Degree-Centrality) ist für die Positionsbestimmung der Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund wichtig. Dabei wird zwischen schulischen und außerschulischen (privaten) Kontakten unterschieden, da Freundschaften häufig nicht mit dem Schulschluss enden und

gerade die privaten Treffen und Verabredungen für eine soziale Inklusion aller Kinder insbesondere für deren Persönlichkeitsentwicklung und Bildungserfolg von Bedeutung sind. Dafür werden die Relationen, die privaten Treffen und diejenigen, die schulische Beziehungen ansprechen, unterschieden und jeweils aggregiert (Tab. 1).

Sowohl bei den schulischen als auch den privaten eingehenden, ausgehenden und reziproken Beziehungen ($p < 0,05$) liegt ein statistisch signifikanter Unterschied in der Netzwerkaktivität zwischen den Kindern ohne Migrationshintergrund und denen der ersten Generation vor. Nicht statistisch signifikant sind die Mittelwerte der Beziehungen zwischen den Kindern ohne Migrationshintergrund und den Kindern der zweiten Generation.

Tabelle 1: Gradzentralität bei schulischen und privaten Beziehungen zwischen den Schülerinnen und Schülern (n=1.212), 0-0,06 kleiner Effekt, 0,06-0,14 mittlerer Effekt, ab 0,14 großer Effekt (Lenhard & Lenhard 2016)

	Eingehende Beziehungen		Ausgehende Beziehungen		Reziproke Beziehungen	
	schulisch	privat	schulisch	privat	schulisch	privat
Kinder ohne Migrationshintergrund (n=574)	15,033	14,812	15,033	14,692	8,347	10,164
Kinder der zweiten Generation (n=478)	14,728	12,523	14,728	12,109	7,757	7,626
Kinder der ersten Generation (n=160)	12,469	10,238	12,463	12,375	7,256	6,764
Eta-Quadrat (Signifikanzniveau $p < 0,05$)	0,008	0,053	0,008	0,026	0,005	0,066

Insgesamt zeigt sich, dass – basierend auf dem Vergleich der durchschnittlichen Anzahl der Beziehungen – Kinder ohne Migrationshintergrund und Kinder der zweiten Generation mehr eingehende, ausgehende und reziproke Beziehungen haben, als Kinder der ersten Generation. Nach einer einfaktoriellen Varianzanalyse ergibt sich, dass die Mittelwerte der Beziehungen (Tab. 1) signifikant unterschiedlich sind. Die Varianzgleichheit ist im Bereich der reziproken privaten Beziehungen nicht erfüllt, jedoch wird dies vernachlässigt aufgrund der großen Stichprobengröße. Die Alpha-Korrektur wurde konservativ nach Bonferroni vorgenommen. Demnach haben die Schülerinnen und Schüler der ersten Gene-

ration durchschnittlich signifikant weniger eingehende Beziehungen im privaten und schulischen Kontext als Schülerinnen und Schüler ohne Migrationshintergrund oder der zweiten Generation. Schülerinnen und Schüler der zweiten Generation haben wiederum signifikant weniger Beziehungen als Schüler ohne Migrationshintergrund.

Laut Eta-Quadrat hat der Migrationshintergrund im schulischen Bereich weniger Einfluss auf den Mittelwert der Beziehungen zwischen den Schülerinnen und Schülern als im privaten Bereich. Dies zeigt sich in (Tab. 1) anhand der schwachen und mittleren Effektstärken. Der Migrationshintergrund hat demnach einen schwachen Einfluss auf die schulischen und einen mittleren Einfluss auf die privaten Beziehungen.

Um zu analysieren, mit wem die Kinder Freundschaften pflegen, werden Freundschaftsbeziehungen unter dem Aspekt Geschlecht und Migrationshintergrund betrachtet. Dafür wird der statistische Homophiliewert mithilfe des E-I-Indexes berechnet und in Tabelle 2 dargestellt (E-I Index: Werte zwischen -0,5 und -1 werden als homophil bezeichnet).

Tabelle 2: Homophiliewerte schulischer und privater Beziehungen (n=61)

Homophilie	insgesamt	schulisch	privat
Geschlecht	-0,55	-0,58	-0,58
Migrationshintergrund	-0,18	-0,18	-0,19

Die Bildung von Freundschaften ist in Bezug auf das Geschlecht homophil; ein Ergebnis, welches mit Ergebnissen von Aufenvenne et al. (2018a, b, c) und Kuckuck & Henrichwark (2020b) korrespondiert, wohingegen der Migrationshintergrund im Rahmen dieser Erhebung keine Auswirkungen auf die soziale Homophilie hat.

5 Diskussion und Ausblick

Informelle Kommunikationsnetzwerke können – durch die Darstellung eingehender und ausgehender sowie reziproker Beziehungen – als Indikatoren für erfolgreich inklusive Klassengefüge genutzt werden. Es lässt sich festhalten, dass innerhalb der untersuchten Klassen die sozialen Gefüge sehr unterschiedlich dicht und intensiv sind (vgl. Abbildung 1).

Die Analyse der reziproken Beziehungen zeigt, dass Kinder der 1. Generation weniger wechselseitige Beziehungen haben, als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler ohne Migrationshintergrund bzw. der zweiten Generation. Ausgehende Beziehungen werden deutlich häufiger nicht erwidert. Kinder der ersten Generation haben im Vergleich zu den Kindern der zweiten Generation und ohne Migrationshintergrund deutlich weniger reziproke Freundschaftsbeziehungen im privaten Bereich.

Die Ergebnisse bezogen auf die Kinder mit Migrationshintergrund könnten auf die geringere Aufenthaltsdauer in Deutschland und/oder die oft damit einhergehenden begrenzten Sprachkenntnisse zurückzuführen sein. Diese Ergebnisse decken sich auch mit Ergebnissen von Petillon & Laux 2002; Aufenvenne et al. 2018a, b, c; Kuckuck & Henrichwark 2020a, b.

Deutlich wurde in unserer Studie, dass das Geschlecht zu einer Separation führt, was sich auch in einer Vielzahl anderer Studien zeigen lässt (Boulton & Smith 1996; Graham & Cohen 1997). Eine Exklusion von Schülerinnen und Schülern findet auf der Ebene des Geschlechts laut unseren Daten statt. Auch lassen die Daten erahnen, dass Kinder, die selbst im Ausland geboren wurden, weniger Kontakte und damit weniger inkludiert sind als Kinder ohne Migrationshintergrund bzw. Kinder der zweiten Generation. Ob die Aufenthaltsdauer dieser Kinder, die sprachlichen Fähigkeiten oder andere Gründe dafür verantwortlich sind, kann aufgrund dieser Datenlage bislang nicht geklärt werden.

Ergänzende qualitative Erhebungen sind geplant, um diese ersten Ergebnisse detaillierter zu ergründen, indem sowohl mit den Schülerinnen und Schülern dieser Studie als auch mit den Lehrerinnen und Lehrern Interviews geführt werden sollen, um weitere Informationen zu den Freundschaften zu erhalten und um Gründe der Inklusion oder Exklusion in Erfahrung zu bringen. Dies soll auch auf Kinder mit sonderpädagogischen Förderbedarf übertragen werden.

Literatur

- About, F.E., Mendelson, M.J. & Purdy, K.T. (2003): Cross-race Peer Relations and Friendship Quality. In: *International Journal of Behavioral Development*, 27, 2, 165-173.
- Aufenvenne, P., Kuckuck, M., Leimbrink, N., Pochadt, M. & Steinbrink, M. (2018a): Inklusion und Exklusion im schulischen Kontext. Eine netzwerkanalytische Studie zur Einbindung migrantischer SchülerInnen in informelle Klassenstrukturen. In: Dickel, M., Keßler, L., Pettig, F. & Reinhardt, F. (Hrsg.): *Grenzen markieren und überschreiten – Positionsbestimmungen im weiten Feld der Geographiedidaktik. Tagungsbeiträge zum HGD-Symposium 2017 in Jena, Geographiedidaktische Forschungen 69*. Münster, 138–147.

- Aufenvenne, P., Kuckuck, M., Leimbrink, N., Pochadt, M. & Steinbrink, M. (2018b): Integration durch Peers – eine netzwerkanalytische Studie zur Einbettung migrantischer Kinder und Jugendlicher in Schulklassen. In: Budke, A. & Kuckuck, M. (Hrsg.): Migration und geographische Bildung. Stuttgart, 79-92.
- Aufenvenne, P., Kuckuck, M., Leimbrink, N., Pochadt, M. & Steinbrink, M. (2018c): Integration through Peers – A Study on the Integration of Migrant Children in Pupil Networks in four German Secondary Schools. In: American Journal of Educational Research and Reviews, 3-19. <https://escipub.com/Articles/AJERR/AJERR-2018-02-0101> [19.07.2021].
- Bastian, M., Heymann, S. & Jacomy, M. (2009): Gephi: an Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. In: International AAAI Conference on Weblogs and Social. <https://gephi.org/publications/gephi-bastian-feb09.pdf> [31.05.2019].
- Bicer, E., Windzio, M. & Wingens, M. (2014): Soziale Netzwerke, Sozialkapital und ethnische Grenzziehungen im Schulkontext. Wiesbaden.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. & Freeman, L.C. (2009): UCInet for Windows. Software for Social Network Analysis. Harvard.
- Boulton, M.J. & Smith, P.K. (1996): Liking and Peer Perceptions among Asian and White British Children. In: Journal of Social and Personal Relationships, 13, 2, 163-177.
- Esser, H. (1990): Interethnische Freundschaften. In: Esser, H. & Friedrichs, J. (Hrsg.): Generation und Identität. Theoretische und empirische Beiträge zur Migrationssoziologie. Op-laden, 185-205.
- Esser, H. (2006): Sprache und Integration: die sozialen Bedingungen und Folgen des Spracherwerbs von Migranten. Frankfurt [u.a].
- Fend, H. (2009): Neue Theorie der Schule: Einführung in das Verstehen von Bildungssystemen. Wiesbaden.
- Fuhse, J.A. (2016): Soziale Netzwerke. Konzepte und Forschungsmethoden. Konstanz.
- Gansbergen, A. (2014): Der Zusammenhang zwischen interethnischen Freundschaften und Schulleistungen von Grundschulkindern. In: Bicer, E., Windzio, M. & Wingens, M. (Hrsg.): Soziale Netzwerke, Sozialkapital und ethnische Grenzziehungen im Schulkontext. Wiesbaden, 269-286.
- Graham, J.A. & Cohen, R. (1997): Race and Gender as Factors in Children's Sociometric Ratings and Friendship Choices. In: Social Development, 6, 3, 355-372.
- Graham, J.A., Cohen, R., Zbikowski, S.M. & Secrist, M.E. (1998): A Longitudinal Investigation of Race and Gender as Factors in Children's Classroom Friendship Choices. In: Child Study Journal, 28, 4, 245-266.
- Harring, M. (2010): Freizeit, Bildung und Peers – informelle Bildungsprozesse im Kontext heterogener Freizeitwelten und Peer-Interaktionen Jugendlicher. In: Harring, M., Böhm-Kasper, O., Rohlf, C. & Palentien, C. (Hrsg.): Freundschaften, Cliques und Jugendkulturen. Peers als Bildungs- und Sozialisationsinstanzen. Wiesbaden, 21-59.
- Harring, M., Böhm-Kasper, O., Rohlf, C. & Palentien, C. (2010): Peers als Bildungs- und Sozialisationsinstanzen – eine Einführung in die Thematik. In: Harring, M., Böhm-Kasper, O., Rohlf, C. & Palentien, C. (Hrsg.): Freundschaften, Cliques und Jugendkulturen. Peers als Bildungs- und Sozialisationsinstanzen. Wiesbaden, 9-21.

- Huber, C. & Wilbert, J. (2012): Soziale Ausgrenzung von Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf und niedrigen Schulleistungen im gemeinsamen Unterricht. In: Empirische Sonderpädagogik, 4, 2, 147-165.
- Krappmann, L. (2010): Prozesse kindlicher Persönlichkeitsentwicklung im Kontext von Gleichaltrigenbeziehungen. In: Harring, M., Böhm-Kasper, O., Rohlf, C. & Palentien, C. (Hrsg.): Freundschaften, Cliques und Jugendkulturen. Peers als Bildungs- und Sozialisationsinstanzen. Wiesbaden, 187-223.
- Kuckuck, M. & Henrichwark, C. (2020a): „Inklusive, gerechte und hochwertige Bildung gewährleisten“. Transformation durch Studierende des Grundschullehramts bewirken. In: Keil, A., Kuckuck, M. & Faßbender, M. (Hrsg.): BNE-Strukturen gemeinsam gestalten. Fachdidaktische Perspektiven und Forschungen zu Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Lehrkräftebildung. Münster, New York, 95-110.
- Kuckuck, M. & Henrichwark, C. (2020b): Integration through Friendships in School Classes – A Study of Pupils with a Migrant Background in School Friendship Networks at Primary and Secondary Schools in Germany. In: American Journal of Educational Research and Reviews, 5, 76, 1-11. URL: <https://escipub.com/Articles/AJERR/AJERR-2020-07-0605.pdf>.
- Kuperschmidt, J.B., De Rosier, M.E. & Patterson, C.J. (1995): Similarity as the Basis for Children's Friendships: the Roles of Sociometric Status, Aggressive and Withdrawn Behavior, Academic Achievement and Demographic Characteristics. In: Journal of Social and Personal Relationships, 12, 3, 439-452.
- Laireiter, A.-R. & Lager, C. (2006): Soziales Netzwerk, soziale Unterstützung und soziale Kompetenz bei Kindern. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 38, 2, 69-78.
- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2016): Berechnung von Effektstärken. Berlin. URL: <http://linda-regber.com/effekt-berechnen-interpretieren/>.
- Parsons, T. (1968): Social Systems and the Evolution of Action Theory. New York.
- Petillon, H. (1980): Soziale Beziehungen in Schulklassen. Weinheim.
- Petillon, H. & Laux, H. (2002): Soziale Beziehungen zwischen Grundschulkindern – empirische Befunde zu einem wichtigen Thema des Sachunterrichts. In: Spreckelsen, K., Möller, K. & Hartinger, A. (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Bad Heilbrunn, 185-204.
- Petillon, H. (2011): Grundschulkindern und ihre sozialen Beziehungen. In: Einsiedler, W., Götz, M., Hartinger, A., Heinzl, F., Kahlert, J. & Sandfuchs, U. (Hrsg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. Bad Heilbrunn, 168-176.
- Reinders, H. & Mangold, T. (2005): Die Qualität intra- und interethnischer Freundschaften bei Mädchen und Jungen deutscher, türkischer und italienischer Herkunft. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 37, 3, 144-155.
- Salisch, M. v. & Seiffge-Krenke, I. (1996): Freundschaften im Kinder- und Jugendalter: Konzepte, Netzwerke, Elterneinflüsse. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht, 43, 85-99.
- Stanat, P. & Edele, A. (2011): Migration und soziale Ungleichheit. In: Reinders, H., Gräsel, C. & Gniewosz, B. (Hrsg.): Empirische Bildungsforschung Gegenstandsbereiche. Wiesbaden, 181-192.

- Statistisches Bundesamt (2019): Bildung und Kultur. Allgemeinbildende Schulen. URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Schulen/Publicationen/Downloads-Schulen/allgemeinbildende-schulen-2110100197004.pdf?__blob=publicationFile [13.09.2020].
- Steinbrink, M., Aufenvenne, P. & Schmidt, J.B. (2013): Netzwerk(analys)e in der Geographiedidaktik. In: Budke, A. & Kuckuck, M. (Hrsg.): Geographiedidaktische Forschungsmethoden. Münster, 433-463.
- Strohmeier, D., Nestler, D. & Spiel, C. (2006): Freundschaftsmuster, Freundschaftsqualität und aggressives Verhalten von Immigrantenkindern in der Grundschule. In: Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, 1, 21-37.

Verstehensprozesse und Sprache im Bereich der technischen Perspektive des Sachunterrichts

Svantje Schumann

Based on considerations of the importance of language for science education processes, we will consider which concepts are of central importance in the field of technology education and need to be clarified so that understanding can be built up. Possible ways of accessing technical understanding are illustrated using examples, mainly from the field of electricity. It is deduced how a reflective use of language can support educational processes in the area of building up technical understanding, for example in the form of exciting, authentic impulse questions or through dialogical problem-solving processes. It becomes clear that technology-related teaching must use language very consciously, because conceptual precision is often decisively important for being able to build up reliable concepts.

1. Sprache und Bildungsprozesse im Sachunterricht

Im Folgenden wird zunächst versucht, sich der Rolle bzw. Bedeutung von Sprache für sachunterrichtliche Bildungsprozesse allgemein bewusst zu werden. Im Anschluss daran erfolgt eine Zusammenstellung (die nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erhebt), bei der die Frage im Zentrum steht, welche Konzepte des technischen Bereichs (insbesondere erfolgen Beispielnennungen für den Schwerpunkt Elektrizität) von Bedeutung sind und daher geklärt werden müssen, damit hierzu Verständnis aufgebaut werden kann. Diese ist gefolgt von einer (ebenfalls nicht auf Vollständigkeit abzielenden) literaturbasierten Auflistung möglicher Zugangswege zu Verständnis bzw. Unterstützungsformen, die mit Beispielen aus dem Themenfeld Elektrizität (und teilweise ergänzend mit Beispielen aus anderen technischen Bereichen) veranschaulicht werden. Abschließend wird darüber nachgedacht, wie mögliche Zugangswege bzw. Unterstützungsformen durch den reflektierten Einsatz von Sprache gefördert werden können.

1.1 Sprache und Sachunterricht

Sprache gilt als wichtige Ressource für die schulische Entwicklung (Kempert, Edele, Rauch, Wolf, Paetsch, Darsow & Stanat 2016) und als zentrales Medium der individuellen Wissenskonstruktion (Kempert, Schalk & Saalbach 2018, 1). Sprache spielt u.a. eine Rolle als Lernmedium, Lerngegenstand und Lernvoraussetzung oder Lernhindernis (Budde & Michalak 2014; Schweiger 1996, 44). Dies konnten Studien aus dem naturwissenschaftlich-mathematischen Bereich zeigen. Fachunterricht bietet für bestimmte sprachliche Konstruktionen überhaupt erst Anwendungsgelegenheiten oder besonders motivierende Verständniserwerbssituationen (Kempert et al. 2018, 12). Sachunterricht und Sprache sind demnach untrennbar miteinander verbunden (Schmölzer-Eibinger 2013, 27; Wagenschein 1995, 133). Sprache ist im Sachunterricht als wesentliches Werkzeug erforderlich, damit Schüler*innen Objekte bzw. Phänomene benennen, beschreiben, untersuchen und deuten können. Sie dient dem „Mitteilen von Verstehensprozessen“ (Buck & Aeschlimann 2019, 64), spiegelt das Ringen um Verständnis wider (a.a.O., 67) und bestimmt insgesamt die „kommunikative Ordnung“ (Becker-Mrotzek & Vogt 2009, Becker-Mrotzek 2019). Mit Hilfe von Sprache wird versucht, in Interaktionen mit anderen Menschen bestimmte Bedeutungen herzustellen (Quehl & Trapp 2015, 9).

Im Perspektivrahmen Sachunterricht heißt es: „Sachunterricht ist eng mit Sprachbildung verknüpft. [...] Der Sachunterricht leistet so einen wesentlichen Beitrag zur sprachlichen Bildung von Schüler*innen, wenn (häufig sinnlich wahrnehmbare) ‚Sachen‘ (wie Gegenstände oder auch Prozesse) zu benennen sind, wenn Begrifflichkeiten (zur Bezeichnung gedanklicher Muster) zur präzisen Verständigung geklärt werden müssen oder wenn in Diskursen verschiedene Konzepte bzw. Ideen argumentativ darzustellen sind“ (GDSU 2013, 11). Die Kinder sollen darin unterstützt werden, „ihre Erklärungen und Begründungen angemessen zu versprachlichen, zu präsentieren und zu kommunizieren“ (GDSU 2013, 10). Auch zentrale Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen wie beispielsweise Evaluieren, Reflektieren und Kommunizieren (Perspektivrahmen der GDSU 2013; LP21 D-EDK 2016) erfordern sprachliche Fähigkeiten.

1.2 Sprache und Begreifen

Im Transformationsprozess der Versprachlichung werden nicht-sprachliche Phänomene aus Natur und Technik in Sprache übersetzt und damit ein erster Schritt hin zum Generieren oder Reproduzieren von Theorien geleistet (Schumann 2021a). Erschließungsprozesse im Sachunterricht haben eine sinnliche und eine begriffliche Erkenntnisebene (interessanterweise spricht man auf beiden Ebenen vom „Begreifen“). Charakteristisch für die sinnliche Ebene ist, dass sie sehr komplex und detailreich ist. Für die sinnlich-ästhetische Wahrnehmung eines Phänomens gilt, was Köhnlein (1998, 40) wie folgt zusammenfasst:

„Sinnliche Erfahrung erschließt dem Individuum einen Reichtum der Empfindungen von Raum, Licht, Klang, Geruch, Farbe, Form, Wärme, Bewegung und Materialbeschaffenheit. Sinnliche Wahrnehmung ist ursprünglicher als ihre Deutung, und deshalb ist es wichtig, daß sich das Denken der Kinder an sie anschließen und auf sie beziehen kann. Insofern ist die sinnliche Erfahrung ein Fundament der Erkenntnis und sollte nicht von ihr abgespalten werden“.

Die begriffliche Ebene kennzeichnet, dass es mit Hilfe von Sprache möglich ist, Dinge und Prozesse zu benennen, um so schrittweise zu abstrakteren Erkenntnissen zu gelangen; auch das Reflektieren ist angewiesen auf Sprache. Sprache ist der Weg, der von der sinnlichen Wahrnehmung zu *Scientific Literacy* (naturwissenschaftliche Grund- bzw. Allgemeinbildung) führt (Busch & Ralle 2013). Laut Quehl und Trapp (2015, 29) lassen sich Veränderungen auf dem *mode continuum* darstellen: In Transformationsprozessen kommt es, ausgehend von den Erfahrungen der Kinder, in didaktisch gestalteten Bewegungen zu einer Überführung der Vorerfahrungen in fachliches Wissen.

1.3 Sprache in Unterrichtsgesprächen und beim Erklären

Versprachlichung spielt primär im sozial-kommunikativen Kontext („Unterrichtsgespräch“) eine Rolle. Eine entsprechend große Bedeutung wird ihr daher im Sinne der Ko-Konstruktion im sozial-konstruktivistischen Unterricht beigemessen. Dialoge ermöglichen in besonderem Maße kognitive Aktivierung (Diaconu 2008; Thiel 2009), z.B. durch das Stellen von Impulsfragen, die Konfrontation mit Thesen, die Aktivierung von Vorwissen, das Einfordern von Begründungen, das Anregen von Vergleichen sowie die Anregung von kognitiven Konflikten (Appleton 2006). Gerade der dialogische Bereich ist jedoch vergleichs-

weise wenig untersucht. Relativ viel Forschung existiert hingegen im Bereich der von außen an Kinder herangetragenen Erklärungen im naturwissenschaftlich-technischen oder mathematischen Unterricht (Friedman 1974; Dagher & Cossman 1992; Renkl, Wittwer, Grosse, Hauser, Hilbert & Nückles 2007; Braaten & Windschitl 2011; Gotwals, Songer & Bullard 2012; Schopf & Zwischenbrugger 2015; Tomczyszyn & Kulgemeyer 2016; Ehras & Dittmer 2018). Bisherige Befunde zeigen, dass Erklärqualität von Schüler*innen sehr heterogen eingeschätzt wird – offenbar werden Erklärungen hoch individuell rezipiert (Döring & Bortz 2006; Leinhardt & Steele 2005). Dies macht die Messung der Lernförderlichkeit von Erklärungen sehr schwierig (Helmke 2012). Gerade in Bezug auf den Primarschulbereich ergibt sich die Frage, ob Schüler*innen in der Lage sind, valide Urteile bezüglich der Einschätzung der Erklärqualität abgeben zu können.

1.4 Anspruch des Sachunterrichts und Forschungsbedarf

Sachunterricht will ein Verständnis von bezugsdisziplinären Denk- und Arbeitsweisen herstellen: Er soll dabei zum einen „die Fragen, Interessen und Lernbedürfnisse von Kindern berücksichtigen“ und zum anderen „Anschluss suchen an das in Fachkulturen erarbeitete Wissen“ (GDSU 2013, 10). Die Bewältigung dieses „Spannungsfeldes“ (GDSU 2013, 10) gilt als zentrale Herausforderung. Um Formen geeigneter Anregung zu praktizieren, braucht es mehr Kenntnisse darüber, wie Erschließungsprozesse von Kindern beschaffen sind und wie sie sich unterstützen lassen. Ein Vorschlag hierbei ist, das performative Schülerhandeln stärker zu untersuchen (Nohl 2011) und Rekonstruktionsleistungen der Kinder vermehrt als Ausgangspunkte von Erschließungsprozessen zu nutzen (Royar & Streit 2010; Leuchter & Saalbach 2014, 118), auch umso unmittelbarer an kindlichen Interessen anzuknüpfen (Schönknecht & Maier 2012). Erst auf dieser Basis lassen sich begründet Vorgehensweisen benennen, die in der Lage sind, Kinder beim Verständnisaufbau zu unterstützen.

Becker-Mrotzek (2019) spricht über Sprache „nicht nur als Mittel der Kommunikation, sondern auch als Mittel des fachlichen Wissenserwerbs“, also über die „epistemische, wissensbildende Funktion der Sprache“ und weist auf Erkenntnisbedarf bezüglich u.a. der Fragen hin, wie fachliches und sprachliches Lernen zusammenhängen und welche Rolle Sprache in fach- und gegenstandsbezogenen Lehr-Lernprozessen spielt (Härtig, Bernholt, Prechtel & Retelsdorf 2015). Auch

zu wenig geklärt ist, wie sinnliches und begriffliches Erschließen gekoppelt sind. Forschung zum Zusammenhang von Sprache und sachunterrichtlichen Bildungsprozessen ist auch vor dem Hintergrund von Forderungen nach Erkenntnisgenerierung zur Verbesserung der Unterrichtsqualität und der Leistung von Lernenden relevant: Die Schule ist gefordert, ihre sprachlichen Verhältnisse in einer Weise zu gestalten, dass jedes Kind „seine Stimme finden“ kann, sich „anerkannt fühlt“ und Sprache als „Mittel fortlaufender Handlungs- und Weiterentwicklung“ verwenden kann (Quehl & Trapp 2015, 9). Es erscheint notwendig, tiefergehend zu erforschen, wie eine angemessene Berücksichtigung von Sprache im Sachunterricht und allen voran im technischen Bereich des Sachunterrichts realisiert werden kann. Dass es sich bei dieser Forderung um ein aktuell wichtiges Anliegen handelt, ist u.a. erkennbar darin, dass die Sachunterrichtscommunity für die 29. Jahrestagung der GDSU 2020 als Schwerpunktthema „Sache und Sprache“ wählte. Der technische Bereich wird hier häufig nicht in den Blick genommen, weshalb eine intensive Betrachtung und Analyse notwendig erscheint.

2. Verstehensprozesse im Bereich Technik ermöglichen

Im Weiteren wird, basierend auf Erfahrungen aus Technikprojekten mit Kindern (u.a. Projekt „Stummfilme“, vgl. Schumann 2018) sowie aktueller Literatur zu technischer Bildung (Müller & Schumann 2021; Landwehr, Mammes & Murrmann 2021), der Versuch unternommen, Verstehenskonzepte im Bereich Technik ausfindig zu machen.

2.1 Was müssen Verstehenskonzepte im Bereich Technik beinhalten?

Jeder Mensch hat andere Bedürfnisse in Bezug auf den Verständnisaufbau und jeder Mensch hat entsprechend andere Ansprüche an das Erreichen eines bestimmten Verständnisniveaus bzw. einer bestimmten Verständnistiefe. Letztlich müssen aber zentrale Aspekte zwingend – in welcher Tiefe auch immer – geklärt werden, wenn ein Verständnis von Technik aufgebaut werden soll.

a) Die Klärung zentraler Begriffe

Im Fall von „Elektrizität“ sollten z.B. die folgenden Begriffe bzw. Konzepte wie Strom, Spannung, Widerstand geklärt werden (vgl. Lernumgebung Elektrizität, Schumann o.J.)¹:

I. Volt (V) für Spannung U

- Potentialgefälle zwischen den Polen einer Batterie
- bildlich vorstellbar als ein Druckgefälle in einem Rohr, das z.B. einen Stausee und einen untenliegenden See verbindet; je höher die Wassersäule, desto höher ist der Wasserdruck (analog das Spannungspotential)

II. Ampere (A) für Strom I

- die Menge der Elektronen, die pro Zeiteinheit fließen
- bildlich vorstellbar als die Menge Wasser, die pro Zeiteinheit durch ein Rohr fließt, das den Stausee mit dem unteren verbindet; wenn das Rohr einen großen Durchmesser hat (groß dimensioniert ist), kann das Wasser schnell abfließen und der Stausee leert sich (übersetzt bedeutet das: die Batterie ist schnell leer, das Spannungspotenzial sinkt, da viel Strom schnell zur gleichen Zeit fließt); wenn das Rohr mit einem Ventil verschlossen wird, fließt kein Wasser (dies entspricht in einem einfachen Stromkreis der Situation „Schalter geschlossen“)

III. Ohm (Ω) für Widerstand R

- alles, was den Stromfluss hindert bzw. vermindert
- bildlich vorstellbar als die Enge oder Beschaffenheit des Rohres, also der Widerstand, den das Rohr der fließenden Wassermenge entgegensetzt

b) Die Klärung des logischen Zusammenhangs zwischen den einzelnen Konzepten

Im Bereich „Elektrizität“ gilt es z.B., die Frage nach dem Zusammenhang von *Spannung* und *Stromstärke* in der Parallel- oder Reihenschaltung zu klären. Bei der Reihenschaltung müssen sich die hintereinandergeschalteten Glühlampen die fixe Spannung der Batterie, z.B. 4,5 Volt, „teilen“ – in Abhängigkeit von ihrem individuellen Widerstand. Daher leuchten z.B. zwei Glühlampen mit gleicher Bemessungsspannung (z.B. 4,5V) nur halb so hell, wie eine einzelne. Bei

¹ Den Konzepten werden anschauliche Analogien zugeordnet, wobei darauf hinzuweisen ist, dass diese hinsichtlich des zu veranschaulichenden physikalischen Zusammenhangs Grenzen aufweisen (vgl. Duit & Glynn 1995).

der Parallelschaltung teilt sich der Strom auf, und zwar abhängig vom Widerstand der beiden Glühlampen – die Spannung bleibt gleich, d.h. bei beiden Lampen liegt die gleiche Batteriespannung an.

c) Die Klärung, wie verschiedene Konzeptbausteine ineinander umgewandelt werden können.

Im Themenfeld „Elektrizität“ sollte beispielsweise das Ohm'sche Gesetz $U \sim I$ ($I=U/R$) oder die Berechnung von Leistung $P=U \cdot I$ in den Blick fachlicher Klärung rücken.

d) Die Klärung, welche Bestandteile eines Konzepts Axiome sind

Axiome sind nicht herleitbare Grundgesetzmäßigkeiten, die als (vorläufig) „wahr“ akzeptiert werden müssen. Im Fall von Elektrizität kann als Beispiel der Fluss von Elektronen vom Minus- zum Pluspol, die sog. Einheitsstromrichtung, genannt werden.

e) Die Klärung, was entscheidende empirische Evidenzen sind.

In Bezug auf das Fachgebiet „Elektrizität“ stellt z.B. die Helligkeit, mit der Glühlampen in Parallel- bzw. Reihenschaltungen leuchten, eine empirische Evidenz dar – in der Reihenschaltung leuchten (bei Beachtung der Bemessungsspannung) Glühlampen mit gleichen Werten/gleicher Bauart halb so hell, wie eine einzeln angeschlossene Glühlampe. In Parallelschaltungen leuchten die Glühlampen genauso hell wie eine einzeln angeschlossene Lampe.²

f) Die Klärung der Alltagstauglichkeit bzw. praktischen Anwendbarkeit von Konzepten

Grundsätzlich ist ein wesentliches Anliegen des Sachunterrichts die Orientierung an der Lebenswelt der Kinder (vgl. z.B. Nießeler 2015). Die Frage nach der praktischen Anwendbarkeit bzw. Anwendung in der Praxis ist wichtig, da viele Menschen auch tendenziell als Praktiker unterwegs sind bzw. ihnen wichtig ist, die Verbindung zur Praxis zu kennen.

² An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass beim Phänomen „Glühen“ die elektrohydraulische Analogie versagt, denn die Elektronen im Draht reiben sich aneinander, so dass Wärme entsteht. In der Wasserleistung würde lediglich der Druck vor der Verengung steigen, außerdem fließen Elektronen nicht wie Wasser durch die Leitung, sondern bewegen sich sehr langsam, geben aber Impulse mit Lichtgeschwindigkeit an ihre Nachbarn weiter.

Es lässt sich z.B. klären, wo Parallel- oder Reihenschaltungen im Alltag zur Anwendung kommen. Die Parallelschaltung findet man u.a. bei Hausnetzen – die Steckdosen im Haus und die an den Steckdosen angeschlossenen Geräte sind parallel geschaltet (gilt natürlich immer nur für die Steckdosen, die auch an einer gemeinsamen Phase angeschlossen sind); auch die an Steckerleisten angeschlossenen Geräte sind dann zueinander parallel geschaltet.

Die Reihenschaltung findet man z.B. bei Lichterketten für Weihnachtsbäume. Zudem ist es üblich, Spannungsquellen z.B. Batterien in Reihe zu schalten, was zu einer größeren Spannung führt, da sich diese bei Reihenschaltung von Batterien addieren.

2.2 Was kann den Verständnisaufbau fördern?

Jeder Mensch lernt anders und ist somit auf spezifische Zugangswege und Unterstützungsformen angewiesen. Im Folgenden werden einige Möglichkeiten dargestellt, die in Frage kommen können, um Verstehensprozesse zu unterstützen.

a) Sinnliche Wahrnehmung ermöglichen

Die sinnlich-ästhetische Wahrnehmung ist vor allem für Kinder zentrale Grundlage für Erschließungsprozesse (vgl. u.a. Köhnlein 1998, 40; Kraemer & Spinner 2002, 12; Ebmeier 2002, 12; Billmann-Mahecha & Gebhard 2004, 53). Da Kinder vor allem rekonstruktionslogisch erschließen, also ausgehend von ihren Wahrnehmungen zu Deutungen über die Welt gelangen (Schumann 2019, 49f.), stellen die „Protokolle“, die sie mit Hilfe ihrer Sinneswahrnehmungen vorliegen haben, die Basis von Bildungsprozessen dar. Kinder sind in der Regel sehr sensibel in Bezug auf ihre Sinneswahrnehmung und machen quasi automatisch Gebrauch von ihrem Sensorium. Sinnliche Wahrnehmung hängt zudem eng mit ästhetischer Bildung zusammen (vgl. Schomaker 2005), und zwar auch insofern, als dass die sinnliche Wahrnehmung immer auch Emotionen auslöst oder auslösen kann (vgl. Hänze 1998, 130). Bildungsprozesse, die auf emotionalen und kognitiven Prozessen beruhen, also in diesem Sinne „ganzheitliche“ Bildungsprozesse, gelten als besonders geeignet, um nachhaltig zu wirken und als bedeutsam empfunden zu werden (vgl. Ciompi 1997, 13).

Beispiel:

Beispielsweise ist es möglich, einen Kurzschluss sichtbar zu machen, indem man an die beiden Pole der Batterie Drähte anschließt und diese an ein Bündel

feiner Stahlwolle hält – die Stahlwolle glimmt und verbrennt (optisch wahrnehmbar), es entwickelt sich Hitze (Wärme ist spürbar). Von der Sinneserfahrung, die Zunge an eine Flachbatterie zu halten, ist abzuraten, auch wenn dabei ebenfalls etwas Unsichtbares erfahrbar gemacht und der Strom als „Bizzeln“ wahrnehmbar wird, so enthalten doch Batterien gesundheitsschädliche chemische Substanzen. Zudem sind die Wirkungen von Strom für den Körper nicht gut.



Abb. 1: Stahlwolle wird mit Hilfe einer Batterie entzündet (© Schumann)

b) Ermöglichung des Aufbaus innerer Vorstellungen

Innere Vorstellungen bzw. Bilder sind gedankliche Konstruktionen (vgl. Hrouza 2015, 12f.). Wichtig ist: Bilder und die Realität sind zwei verschiedene Ebenen. Die Bedeutung und das Potenzial innerer Vorstellungen hat Heinrich Hertz (1894) sehr eindrücklich beschrieben:

„Wir machen uns innere Scheinbilder oder Symbole der äußeren Gegenstände, und zwar machen wir sie von solcher Art, dass die denotwendigen Folgen der Bilder stets wieder Bilder seien von den naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände. Damit diese Forderung überhaupt erfüllbar sei, müssen gewisse Übereinstimmungen vorhanden sein zwischen der Natur und unserem Geiste. Die Erfahrung lehrt uns, dass die Forderung erfüllbar ist und dass also solche Übereinstimmungen in der Tat bestehen. Ist es uns einmal geglückt, aus der angesammelten bisherigen Erfahrung Bilder von der verlangten Beschaffenheit abzuleiten, so können wir an ihnen, wie an Modellen, in kurzer Zeit die Folgen entwickeln, welche in der äußeren Welt erst in längerer Zeit oder als Folgen unseres eigenen Eingreifens auftreten werden; wir vermögen so den Tatsachen vorauszuweichen und können nach der gewonnenen Einsicht unsere gegenwärtigen Entschlüsse richten. Die Bilder, von welchen wir reden, sind unsere Vorstellungen von den Dingen; sie haben

mit den Dingen die eine wesentliche Übereinstimmung, welche in der Erfüllung der genannten Funktion liegt, aber es ist für ihren Zweck nicht nötig, dass sie irgend eine weitere Übereinstimmung mit den Dingen haben“ (Hertz, 1894).

Innere Vorstellungen sind gemäß dieser Annahmen also dann bildungswirksam, wenn sie...

- zulässig sind, d.h. sie dürfen nicht im Widerspruch zu den Gesetzen bzw. Gewohnheiten des Denkens stehen,
- richtig sind, d.h. sie dürfen nicht im Widerspruch zur Art der äußeren Dinge und deren Sachzusammenhängen stehen,
- zweckmäßig sind, d.h. sie sollen neben den wesentlichen Zügen möglichst keine oder kaum überflüssige und leere Bedeutungen enthalten.

Beispiel:

Für das Beispiel Elektrizität lässt sich sagen, die Vorstellung, Elektronen seien kleine geladene Teilchen, die vom Minus- zum Pluspol fließen, ist eine innere, im Sinne der drei oben genannten Punkte bildungswirksame, Vorstellung.

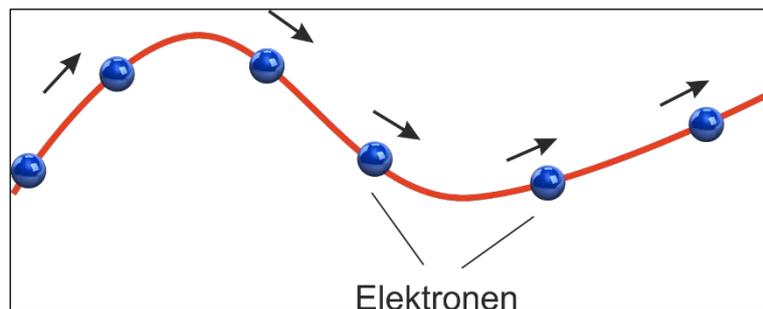


Abb. 2: Mögliche Vorstellung von Elektronen (© Schumann)

c) Ermöglichung von rekonstruktionslogischem, induktivem Erschließen

Es wird angenommen, dass Kinder von Möglichkeiten des rekonstruktionslogischen bzw. induktiven Erschließens profitieren. Auch im Sinne der Maxime, der Neugier der Kinder zu begegnen, scheint das rekonstruktionslogische Erschließen Kindern entgegenzukommen. Rekonstruktionslogisches Erschließen und sinnliche Wahrnehmung hängen eng miteinander zusammen: ausgehend von den auf sie wirkenden Sinneseindrücken kommen Kinder über die Bedeutung des Wahrgenommenen zu Vorstellungen (Schumann 2019, 49f.).

Beispiel:

Mit schwarz-bläulich verfärbten Glühlampenkolben kann rekonstruktionslogisches, induktives Erschließen initiiert werden, indem danach gefragt wird, wie dies entstanden sein könnte. Da klar ist, dass der Glaskolben ursprünglich

durchsichtig war (damit viel Licht nach außen dringt), und da sich auch nur eine begrenzte Anzahl an Teilchen im Glaskolben befindet, kann auf einen Prozess geschlossen werden, bei dem sich Stoffe irgendwo gelöst und im Innern des Glaskolbens niedergeschlagen haben.

Das soeben beschriebene Vorgehen kann zu folgender Lösung führen: Da während des Betriebs, bedingt durch die Hitze, ständig Metall vom Glühfaden abdampft, richtet sich die Größe des Kolbens im Wesentlichen nach der Sublimationsrate des Drahtmaterials. Konventionelle Glühlampen bzw. Glühlampen mit hoher Leistung benötigen einen großen Glaskolben, damit sich der Niederschlag auf einer größeren Fläche verteilen kann und die Transparenz des Glaskolbens während der Lebensdauer der Lampe nicht allzu sehr eingeschränkt wird. Im Lauf der Zeit werden Glühlampen immer dunkler (metallischer Schimmer).



Abb. 3: Metallisch angelaufene, alte Glühlampe (© Schumann)

d) Skizzieren, Zeichnen

Zeichnen oder Skizzieren sind methodische Herangehensweisen, die laut aktuellem Erkenntnisstand sich bildenden Subjekten dabei helfen können, Sachzusammenhänge schneller zu identifizieren (Sachse, Hacker & Leinert 2004). Skizzen reduzieren nicht nur den *Cognitive Load*, sondern es scheint sich auch beim Skizzieren um eine Art der Förderung einer bildungswirksamen psychomotorischen Komponente im Rahmen von Denkprozessen zu handeln, also um einen Verinnerlichungsprozess, der geprägt ist u.a. durch das Ordnen und Verallgemeinern (vgl. Zander, Hawlitschek, Seufert, Brünken & Leutner o.J., 49ff.). Beim Skizzieren muss etwas, was der Sphäre der Wirklichkeit angehört, in das Medium der Zeichensprache übersetzt werden.

Beispiel:

Im Themenfeld Elektrizität kann z.B. aus dem Zeichnen von Schaltplänen aber auch dem Zeichnen einer Glühlampe Erkenntniszuwachs entstehen.

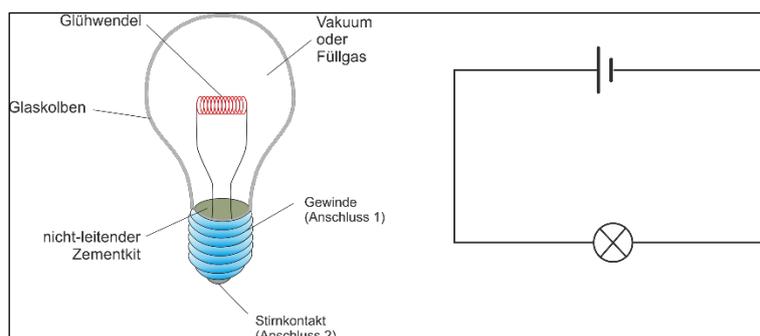


Abb. 4: Beschriftete Glühlampenzeichnung, gezeichneter Schaltplan (© Schumann)

e) Originale Begegnung

Die originale, unmittelbare Begegnung mit Objekten bzw. Phänomenen (vgl. Roth 1957, 109ff.) lässt sich durch nichts substituieren, reale Begegnungen besitzen eine einzigartige Atmosphäre (Greiss 2014; Schumann & Favre 2017). Wagenschein plädiert daher für den „Vorrang des Unmittelbaren“ (Wagenschein 1975). Im Gegensatz zu beispielsweise Begegnungen mit Dingen in Filmen lässt sich in der unmittelbaren Begegnung feststellen, ob eine Situation echt ist oder manipuliert wurde. Das Höchstmaß an Autonomie besitzt man, wenn man unmittelbarer Beobachter des realen Geschehens ist (Schumann 2015). Originale Begegnung kann hochkomplex und dynamisch sein – so liefert sie viele Bildungsimpulse und so können sich Bildungspotenziale situativ entfalten.

Beispiel:

Elektrizität: Man kann Gegenstände aus Plastik elektrostatisch aufladen und ihr Verhalten beobachten, z.B. indem man einen Luftballon an einem Wollpullover reibt und dann über Papierschnipsel hält. Diese werden vom Luftballon angezogen und bleiben an ihm kleben, oder man reibt zwei Luftballons an Wolle, bindet sie an Schnüre und kann beobachten, dass sie – an den Schnüren hängend – voneinander wegstreben. Auch die eigenen Haare eignen sich zum Ausprobieren. Generiert werden kann die Schlussfolgerung, dass durch die Reibung Elektronen polarisiert werden und sich ausrichten sowie zum anderen, dass es zwei verschiedenen Arten von Ladung gibt, dass zwischen Ladungen Anziehungs- und Abstoßungskräfte herrschen sowie, dass ungleiche Ladungen sich gegenseitig ausgleichen können.



Abbildung 5: Elektrostatische Aufladung (© Schumann)

f) Modelle, Repräsentationen

Modelle vereinfachen die Kommunikation über Phänomene und Prozesse (vgl. Böschl, Gogolin, Lange-Schubert & Hartinger 2018) und haben gleichzeitig eine zentrale epistemische Bedeutung in Erschließungsprozessen (vgl. Hillerbrand o.J.). Modelle können verschiedenes bewirken: sie vereinfachen ggf. das Aufstellen oder Testen von Hypothesen oder die Herleitung von elaborierteren Modellen. Es ist eine Kunst, ein Modell so zu gestalten, dass es das Wesentliche wiedergibt und Unwichtiges filtert sowie fachlich korrekte Inhalte vermittelt.

Forschungsstudien deuten darauf hin, dass Kinder Modelle tendenziell als Wirklichkeitsgetreue, verkleinerte (oder ggf. vergrößerte) Abbildungen der Realität interpretieren, die unterstützend eingesetzt werden, um schwierige Phänomene zu verstehen, also vor allem Anschauungsfunktion besitzen (Grosslight, Unger & Jay 1991; Ingham & Gilbert 1991; Treagust, Chittleorrough & Mamiala 2002).

Beispiel:

Im Bereich Elektrizität wird verbreitet von einem Wasserstromkreis Gebrauch gemacht, wenn man einen Stromkreis darstellen möchte (vgl. z.B. Haider 2010; Haider & Fölling-Albers 2020):

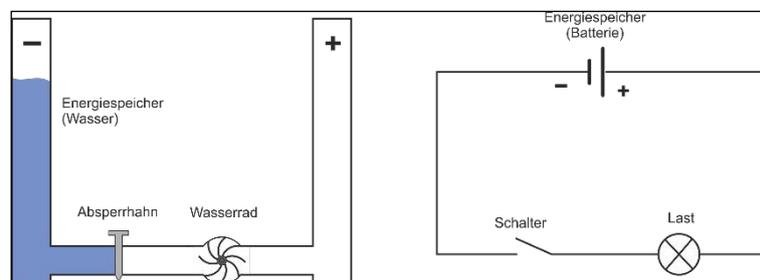


Abbildung 6: Der Wasserstromkreis und der Stromkreis (© Schumann)

g) Anknüpfung an den Alltags- bzw. Lebensweltkontext des sich bildenden Subjekts (Kontextbezug)

Es wird angenommen, dass das Anknüpfen an den Alltags- bzw. Lebensweltkontext für Schüler*innen in der Art einer Sinnstiftung, aber auch Bezugsbildung fungiert. Feststellbar ist, dass Kinder, wenn sie keine Bezüge zwischen einem didaktisch präsentierten Objekt und seinem lebensweltlichen Kontext herstellen können, keine oder weniger Fragen stellen. Kinder greifen beim Erschließen häufig auf ihnen bekannte Vorgänge oder Erfahrungen oder allgemein „Wahrnehmungsprotokolle“ zurück, um Vorgänge durchzuführen, die sie erstmalig ausüben oder um etwas zu beschreiben, das ihnen erstmalig begegnet. Schüler*innen nehmen also im Fremden das Vertraute wahr und vollziehen so Transformationsprozesse.

Beispiel:

In Bezug auf das Beispiel Elektrizität lassen sich die Wirkungen von Strom u.a. darstellen, indem an die Alltagserfahrung angeknüpft wird – insbesondere die Licht- (z.B. bei der Glühlampe) und Wärmewirkung (z.B. beim Bügeleisen) werden auf diese Weise zum „Wiedersehen mit alten Bekannten“, ggf. ist aber auch die magnetische Wirkung irgendwo als Erfahrung erinnerbar abgespeichert (z.B. bei der Mülltrennung), evtl. sogar die chemische Wirkung (z.B. Elektrolyse).

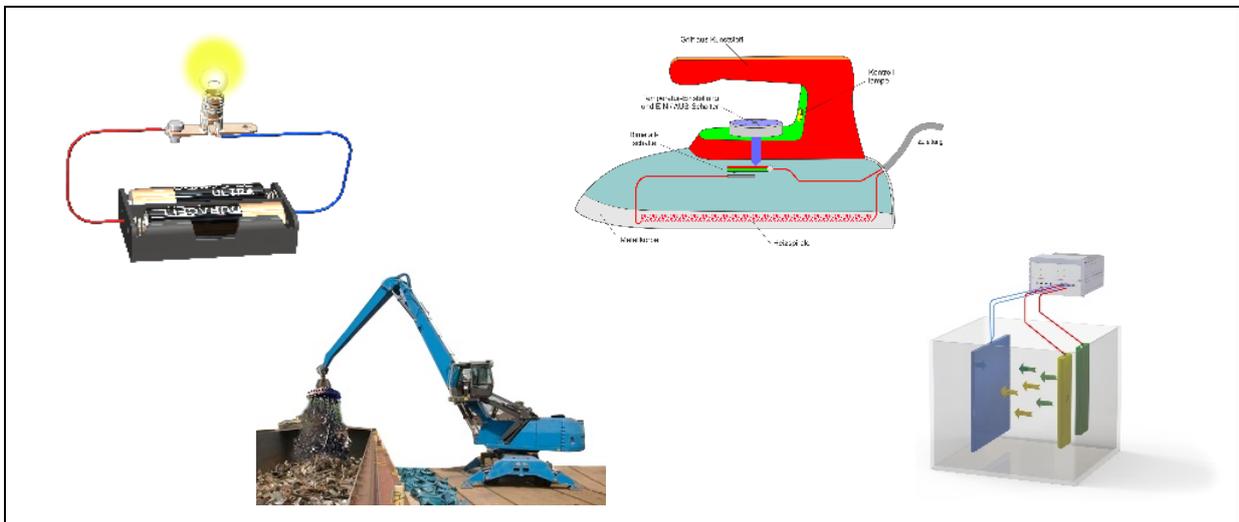


Abb. 7: Vier Wirkungen des elektrischen Stroms (© Schumann)

h) Beobachten und Beschreiben

Beim Beobachten geht es darum, Elementares und seine Merkmale zu erfassen und in seiner Funktionsweise zu verstehen (vgl. Schumann 2021b). In Bezug auf viele technische Systeme gilt z.B., dass sie sich aus Bauteilen zusammensetzen, die konstruktiv nicht weiter zerlegbar sind und deren Funktionsverständnis für den Bau komplexerer Geräte oder Systeme unabdingbar ist. Zu erkennen, wie die Wirkungszusammenhänge zwischen den einzelnen Komponenten sind, ist wichtig, um zum Verständnis vorzudringen. Um Zusammenhänge zu verstehen, kann man nach Wagenschein entweder von der Logik der Funktionsweise (z.B. beim Fernrohr überlegen, wie der Weg des Lichts durch das Fernrohr ist und diesen nachvollziehen) oder von der Logik der Herstellung ausgehen (z.B. die Reihenfolge des Zusammenbaus von Einzelteilen zum Ganzen betrachten) (Wagenschein 1923/1996, 10).

Beispiel:

In Bezug auf Elektrizität kann die Glühlampe als Beispiel fungieren. Alle Bauteile – vom Glaskolben über den Glühdraht, die Fassung bis zum Schutzgas haben bestimmte Funktionen. Für Verständnisprozesse ist es von elementarer Bedeutung, die jeweiligen Funktionen entweder über den Weg von Beobachtung und Beschreibung oder aber begrifflicher Klärung zu verstehen. Die Beobachtung und Beschreibung des Glaskolbens führt z.B. dazu, dass die birnenförmige Gestalt erkannt wird und überlegt werden kann, warum diese Form von den Konstrukteuren gewählt wurde. Oder aufgrund des Alltagsbegriffs „Glühbirne“ wird das bekannte Obst mit dem technischen Objekt in Beziehung gesetzt, woraus wiederum die Frage entstehen kann, warum die Wahl auf diese Form fiel. Beobachtung, Beschreibung und Fragetätigkeit stehen hier in enger Beziehung und enthalten viel Bildungspotential – Grundvoraussetzung ist die Verbalisierung alles Wahrgenommenen.

i) Explorieren und Experimentieren

Das Explorieren versteht sich u.a. als spielerisches Erkunden, Ausprobieren, Finden, Entdecken und Gestalten (vgl. Köster & Gonzalez 2007). Der spielerische Erfahrungserwerb ist kindgemäß. Eine zentrale Rolle nimmt dabei die Atmosphäre ein. Diese Form von Bildung benötigt zwingend ein gelungen eingerichtetes pädagogisches Arbeitsbündnis zwischen den Kindern sowie Kind und Lehrer*in, so dass ein solcher Erfahrungserwerb sich entspannt und mit entsprechend gelebter Fehlerkultur vollziehen und der Phantasie freien Lauf gelassen

werden kann, denn das Explorieren benötigt Trial and Error Prozesse und ist auf das Aussprechen auch von vagen Gedanken angewiesen. Unter dem Experimentieren wird ein stärker in Regie genommener Erfahrungserwerb verstanden, der bis hin zum Demonstrationsexperiment reichen kann, bei dem die Lehrkraft einen Versuch vorführt.

Beispiel:

Im Bereich Elektrizität kann man z.B. zur Stromleitfähigkeit explorieren: welche Stoffe leiten Strom, welche nicht? Man kann dazu in einem einfachen Stromkreis eine Unterbrechungsstelle freilassen und in diese jeweils Materialien hineinklemmen – leuchtet die Glühlampe, so leitet das Material und der Stromkreis ist geschlossen. Leuchtet sie nicht, handelt es sich um in Bezug auf Strom nicht leitfähiges Material. Zusatzbemerkung: Wasser ist z.B. auch bedingt leitfähig, würde aber in einer solchen Schaltung nicht funktionieren, da der Widerstand zu hoch für eine kleine Batteriespannung wäre. Mit einer starken Salzlösung könnte die Leitfähigkeit einer Flüssigkeit jedoch schon erlebbar gemacht werden.

Experimentieren oder Explorieren kann man auch in Bezug auf Polarität. Hier lässt sich z.B. feststellen, dass Polarität beim Anschluss einer Glühlampe keine Rolle spielt – egal, mit welchem Pol man sie an die Batteriepole hält – sie leuchtet immer. Der Glühdraht kann also beliebig von rechts nach links oder links nach rechts von Strom durchflossen werden. Anders ist es bei kleinen Elektromotoren wie sie z.B. im Bereich des Modellbaus verwendet werden: diese ändern ihre Laufrichtung, je nachdem, wie sie angeschlossen werden. Elektronische Geräte mit Halbleitern (z.B. LEDs mit Vorwiderstand) sind darauf angewiesen, dass der Strom mit der richtigen Polarität in Kontakt kommt und das Gerät richtig herum vom Strom durchflossen wird – falsch herum angeschlossene Geräte funktionieren nicht. Schließlich gibt es noch eine Gruppe an Geräten, die sehr empfindlich sind – diese können, wenn man beim Anschließen nicht auf die richtige Polarität achtet, beschädigt werden.

j) Messen

Für ältere Schüler*innen eröffnet sich auch die Möglichkeit des Messens und das zahlenmäßige bzw. mathematische Darstellen von Beziehungen und Zusammenhängen. Mit Hilfe von Messinstrumenten und -verfahren können Vorgänge u.a. Geschwindigkeiten, Stärken/Intensitäten, Bewegungsrichtungen etc. erfasst und auch miteinander verglichen werden.

Beispiel:

Beispiele für das Messen aus dem Gebiet der Elektrizität sind die Spannungsmessung, die Strommessung sowie die Widerstandsmessung. Auch eine Durchgangsprüfung ist möglich (Fragestellung z.B.: Wo fließt noch Strom und wo nicht? Wo könnte eine defekte Leitung vorliegen?).

Wichtig ist insbesondere die richtige Handhabung: Spannungsmessgeräte müssen immer parallel zu dem elektrischen Gerät (einem Verbraucher), an dem die Spannung gemessen werden soll, geschaltet werden. Strommessgeräte müssen immer in Reihe geschaltet werden, denn nur in Reihenschaltungen ist die Stromstärke überall gleich groß.

k) Konstruieren und Problemlösen

Nacherfinden bedeutet, dass man etwas Erlebtes und/oder Gezeigtes versucht zu reproduzieren (z.B. kennt man die Beleuchtung von Autos – und möchte nun auch fürs eigene Spielzeugauto eine Beleuchtungsanlage konstruieren). Dabei ergibt sich die Chance, dass Probleme oder Fragen auftreten, derer man sich vorher nicht bewusst war – und die nun geklärt werden müssen. Beim Konstruieren geht es stärker darum, Neues zu erfinden. Die Herausforderung liegt vor allem darin, dass die Konstrukteure inhaltliche Aufgaben und die sich dabei ergebenden Probleme lösen müssen (im Fall des beleuchteten Spielzeugautos z.B. die Fragen, welche Stromquelle verwendet wird und wo Leitungen gelegt werden können, so dass sie bei Fahrmanövern nicht beschädigt werden). Der Konstruktionsprozess umfasst in vollständiger Form die Phase des Planens, gefolgt von der Phase des Ausführens. Im Anschluss an den Konstruktionsprozess ist es zudem erforderlich, das Konstruierte zu prüfen und die Lösung zu beurteilen (z.B. in Hinblick auf Funktionsfähigkeit, Sicherheit, Zweckmäßigkeit) (vgl. auch den Gestaltungs- und Designprozess im LP21, D-EDK 2016).

Beispiel:

Im Bereich Elektrizität kann man z.B. einen Elektromagneten bauen, indem man um einen Eisenkern (Stahlnagel) einen isolierten Kupferdraht wickelt und die Enden des Drahts an die Pole einer Batterie anschließt. Fließt Strom durch die Spule, hat man einen Elektromagneten gebaut – gut sichtbar, weil der Nagel nun eine Kompassnadel zum Ausschlagen bringt oder Gegenstände aus Eisen anzieht.

Mittels eines Styroporschneiders, eines Drahtes (Heizdraht) und einer Batterie hat man die Möglichkeit, etwas im Bereich der Elektrizität zu konstruieren. Das

hier vorgestellte Experiment zeigt, dass elektrische Energie in Wärme umgewandelt werden kann und dass Wärme entsteht, wenn elektrischer Strom durch einen Heizdraht fließt. Die Funktionsweise von elektrischen Geräten kann hier für Kinder nachvollziehbar und anschaulich dargestellt werden.

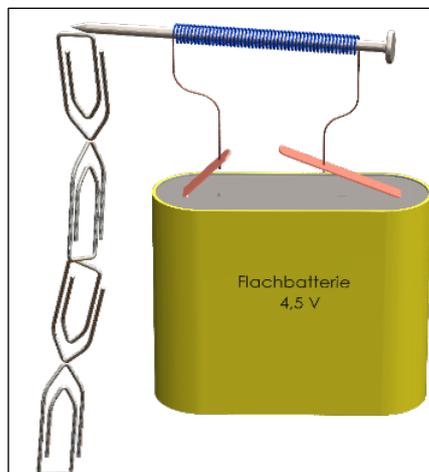


Abb. 8: Der Elektromagnet und seine Wirkung (© Schumann)

1) Demontage

Bei der Demontage eines Gerätes kann man einiges herausfinden: Ein Punkt, der hierbei beachtet werden sollte, ist die Sicherheit. Diese steht immer an erster Stelle! Folgendes Vorgehen erscheint hier sinnvoll: Netzleitung ausstecken, evtl. Leitung sogar (vorbereitend durch die Lehrkraft ausgeführt) abschneiden und das Endstück mit dem Stecker entsorgen, damit keiner das Gerät wieder einstecken kann. Zu beachten gilt: In elektrischen Geräten können Kondensatoren verbaut sein, die auch bei ausgestecktem Gerät zu hohen Spannungen führen können. Es sollten nur solche Geräte demontiert werden, die keine Sicherheitsgefahr für Menschen darstellen.

Spannend für Schüler*innen ist das Untersuchen eines Gehäuses. Folgende Fragen können hier gestellt werden: Sind Schrauben vorhanden oder handelt es sich um einen Klickverschluss über innen liegende Plastikraster, an die man gar nicht herankommt? Oder gibt es Nieten? Es gibt auch Schrauben, die kann man hineindrehen, aber nicht wieder heraus – dies dient dazu, dass Laien diese Geräte nicht öffnen oder dass diese Geräte nicht repariert werden können, sondern ersetzt werden müssen (Marktstrategie). Wichtig bei der Durchführung einer solchen Montage ist auch folgender Punkt: Wenn man beim Öffnen eines Gerätes mit Schraubendrehern hantiert und ggf. viel Kraft aufwendet, sollte man auch

hier das Verletzungsrisiko minimieren, indem man z.B. Geräte gut in einem Schraubstock festspannt und sicherstellt, dass nur sehr gut kontrollierbare Bewegungen mit den Werkzeugen ausgeführt werden.

Wenn man das Gehäuse dann geöffnet hat, kann man sich mit dem Innenleben des Gerätes auseinandersetzen. Folgende Fragen sind hier relevant: Wo sind Erdungsanschlüsse an Gehäuseteilen? Wo sind Schalter und wie sind diese installiert (austauschbar? Ersatzteile einsetzbar? Braucht man Spezialwerkzeug?)? Kann man einen offensichtlichen Defekt mit bloßem Auge erkennen? Wodurch könnte solch ein Defekt ausgelöst worden sein? Ist das Gerät vielleicht stark verschmutzt? Kann man offensichtliche Konstruktionsmängel erkennen (was hätte man hier und da besser machen können, um einen Defekt zu verhindern?). Wurden vielleicht absichtlich Schwachstellen eingebaut, um die Lebenszeit eines Produktes zu verkürzen? Kann man Aufkleber finden, die auf die Herkunft der Teile schließen lassen (z.B. „Made in China“)?

Beispiel:

Ein Beispiel ist die Demontage eines defekten Staubsaugers. Mögliche Fragestellung am Anfang ist z.B. die folgende: Warum wurde der Staubsauger aussortiert und zur Verschrottung freigegeben? Als Auskunft wird z.B. gegeben: Der Staubsauger startete nicht mehr.

Erste Erkundungen ergeben: Das Gerät riecht etwas verbrannt (Gummigeruch), wenn man an den Öffnungen riecht. Man erkennt am Zustand der Netzleitung, dass das Gerät schon sehr lange in Gebrauch ist, die Rückholfeder der Netzleitung ist ausgeleiert, die Leitung selbst sehr verschlissen und das Gummi porös. Sicherheitshinweise, die gegeben werden müssen: Das Gerät soll *nicht* wieder eingesteckt werden, um es auszuprobieren. Die Lehrkraft schneidet den Stecker ab und entsorgt ihn.

Erste Demontageschritte: Die Rohrleitungen werden abmontiert. Auf der Geräte-Unterseite sind einige Schrauben, die mit einem Kreuzschraubendreher zu öffnen sind. So muss nicht viel „Gewalt“ angewendet werden. Nach dem Entfernen der Schrauben ist die obere Gehäuseschale etwas locker, lässt sich aber noch nicht abnehmen. Das ist erst möglich, wenn der Drehschalter für die Leistungsregelung abgezogen wurde. Anschließend lässt sich der Deckel abnehmen. Falls nicht, dann hängt dieser noch mit einigen Leitungen an dem EIN-Schalter fest, der auch im Deckel sitzt.

Nachdem der Deckel entfernt wurde, kann man in das Gerät schauen und eine Bestandsaufnahme und Klärung von Bauteilen und ihren Funktionen vorneh-

men. Zu entdecken sind folgende Bestandteile: Rolle mit Netzleitung und Federgehäuse, Motoregehäuse mit Anlaufkondensator, ein großes Turbinenrad am Motor, Leistungsregler, verschiedene Filter, Temperatursensor für den Überhitzungsschutz, Netzschalter im Deckel, Anzeige für Überfüllung (mechanisch) und im Boden zwei feste Rollen und eine Lenkrolle.

Nun wird nach der Ursache des verbrannten Geruchs gesucht: Dieser kommt ganz offensichtlich aus dem Motorgehäuse. Die Abdeckung des Motors ist aus Kunststoff und schon etwas verformt, also zu heiß geworden. Die Abdeckung wird über vier Metallklammern festgehalten, die abgelöst werden können. Unter dem Deckel wird nun der Motor sichtbar. Am Motor ist ein Lüfterrad befestigt, das den Motor beim Betrieb kühlen soll. Feststellung: Das Lüfterrad lässt sich kaum drehen, der Motor steckt fest. Man kann erkennen, dass sich viele Haare in der Laufbuchse der Motorachse festgeklemmt haben. Die Achse ist blockiert und die Überlastfunktion hat den überhitzten Motor abgeschaltet.

m) Erklären mit und ohne Visualisierungen

Das Erklären ist die vielleicht am häufigsten praktizierte Form der Vermittlung in Schulen (vgl. u.a. das FALKE-Projekt der Uni Regensburg, z.B. Ehras & Dittmer 2018; Weich & Eigelsberger 2019) – trotzdem gibt es zum Erklären bisher nur relativ wenige fachdidaktische Arbeiten. Als wichtige Aspekte gelten beim Erklären u.a. die Herstellung eines Adressatenbezugs, die Klarheit und Strukturiertheit der Erklärung, die Nutzung bzw. Einbeziehung von Visualisierungen und Beispielen sowie der Umgang mit Komplexität oder Reduktion von Komplexität (Tomaczyszyn & Kulgemeyer 2016; Ehras & Dittmer a.a.O.). Bezüglich der Bildungswirksamkeit von Erklärungen liegen noch viel zu wenige Forschungsergebnisse vor. Förderlich für den Aufbau von Verständnis scheint zu sein, wenn Erklärungen mit Visualisierungen einhergehen.

Beispiel:

Im Folgenden wird ein Beispiel für einen Erklärtext für eine Heißklebepistole als elektrisch betriebenes Gerät gegeben:

Die Heißklebepistole verwendet man, um Klebstoff zu schmelzen und auf Klebestellen dosiert aufzutragen. Für die Beheizung wird Netzstrom benötigt. Die Heißklebepistole wird in der Hand gehalten wie eine Pistole (Handfeuerwaffe). Anstelle des Abzugs, mit dem der Schuss ausgelöst wird, hat die Heißklebepistole einen längeren Hebel, mit dem eine Klebstoffstange durch die Pistole vorwärts geschoben wird. Anstelle der Mündung befindet sich vorne an der Pisto-

lenmündung eine Düse, an der der geschmolzene Klebstoff austritt. Die Verklebung wird wirksam, sobald der Klebstoff erkaltet ist.

Der mechanische Vorgang in der Heißklebepistole läuft wie folgt ab: Der Klebstoff wird als verfestigte Stange mit rundem Querschnitt in die Öffnung hinten am Pistolenkörper eingesteckt. Mit der Betätigung des Hebels hakt ein Greifer an der Außenfläche der Klebstoffstange ein und schiebt sie vorwärts in Richtung Heizung bzw. Düse. Wenn der Hebel losgelassen wird, zieht eine kleine Feder den Hebel und damit auch den Greifer in die Ausgangsposition zurück, ohne dass die Klebstoffstange dabei wieder zurückgeschoben wird.

Die Klebstoffstange taucht beim Vorwärtsbewegen in eine abgedichtete Hitzekammer ein; dort wird sie durch eine sog. Widerstandsheizung aufgeschmolzen. Das aufgeschmolzene Klebstoffmaterial gelangt nach vorne in die Düse, da von hinten durch den Transport frisches (noch festes) Material nach vorne gedrückt wird. Dem aufgeschmolzenen Material bleibt also nur noch der Weg nach vorne in Richtung der Düse, wo es aber zunächst noch vom Kugelrückschlagventil aufgehalten wird. Das Kugelrückschlagventil besteht aus einer Kugel, die von einer dahinterliegenden Feder auf den Ventilsitz gedrückt wird. Erst wenn das geschmolzene (plastische) Material durch die Hebelkraft unter einem bestimmten Druck auf die Kugel wirkt, öffnet sich das Ventil, und der Klebstoff kann zur Düse vorströmen. Nimmt der Druck ab, schlägt die Kugel durch die Federkraft in den Ventilsitz zurück und verschließt den Durchgang nach vorne. Weil die Beheizung der Schmelzzone permanent eingeschaltet ist, weitet sich der geschmolzene Bereich aus und das plastische Material baut Druck auf. Durch das Rückschlagventil wird verhindert, dass Klebstoff unkontrolliert durch die Düse ausfließen kann. Das letzte Stück einer Klebstoffstange kann nur dann aufgeschmolzen werden, wenn eine weitere, neue Klebstoffstange eingeschoben wird. Diese treibt den Transportvorgang an, sobald sie vom Greifer erfasst wird.

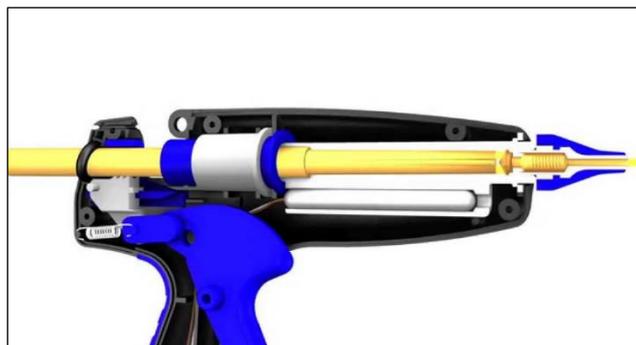


Abb. 9: Die Heißklebepistole

3. Das Gespräch als wesentliches Medium von Verständnisaufbau

Es wurde aufgezeigt, welche Konzepte im Technikbereich bedeutsam sind und der Klärung bedürfen und welche Zugangswege bzw. Unterstützungsformen den Verständnisaufbau fördern können. Vor dem Hintergrund der Annahme, dass Sprache und Verständnisprozesse in einem engen Zusammenhang stehen und Sprache einen erheblichen Einfluss darauf hat, wie und ob Verständnis aufgebaut werden kann, soll abschließend darüber nachgedacht werden, wie die skizzierten möglichen Zugangswege bzw. Unterstützungsformen in Bezug auf den Einsatz von Sprache unterstützt werden können. Dazu soll zunächst über Unterrichtsgespräche im Allgemeinen und ihr Potential für Bildungsprozesse nachgedacht werden. Anschließend erfolgt eine auf die einzelnen Zugangswege bzw. Unterstützungsformate speziell zugeschnittene Reflexion.

3.1 Allgemeines zu Unterrichtsgesprächen

Verständnis wird im Unterricht auf verschiedene Weise hergestellt, häufig steht am Anfang jedoch ein Gespräch. Im Bereich der Unterrichtsgesprächsklassifizierung existieren verschiedene Termini, wobei es teilweise divergierende Aussagen zu Definitionen und Konzept-Abgrenzungen gibt. Häufig ist vom Unterrichtsgespräch, Lehrvortrag, Lehr-Lerngespräch oder dialogischen Lehren und Lernen die Rede; auch die Begriffe gelenktes Gespräch, freies Unterrichtsgespräch, Schülersgespräch, Gruppengespräch, Debatte, Streitgespräch, problemlösendes Gespräch, fragend-entwickelndes Gespräch, sokratisch-mäeutisches Gespräch oder philosophisches Gespräch werden genannt.

Die Bandbreite in Bezug auf die Realisation ist groß: Gespräche unterscheiden sich u.a. in Hinblick auf die Redeanteile von Lehrkraft und Kind/Kindern, in Hinblick auf die Konstellation der beteiligten Personen (z.B. Lehrkraft-Kind-Gespräch, Lehrkraft-Klasse-Gespräch), in Hinblick auf Rollen und Zielsetzungen (z.B. Gespräche, bei denen der Schwerpunkt auf dem Erklären durch die Lehrkraft liegt), in Hinblick auf den Entstehungsanlass bzw. -impuls (situativ-spontan entstehende Gespräche, geplante Gespräche) oder in Hinblick auf den Gegenstand des Gesprächs.

Unterrichtsgespräche können genutzt werden, um Kinder behutsam von der Ebene des sinnlichen Erschließens zur Ebene des begrifflich-mentalenen Erschließens hinzuführen. Das Gespräch ermöglicht beispielsweise Impulse zu geben, um sich etwas am Gegenstand unter einem bestimmten Aspekt genauer anzuse-

hen – im Dialog ist es sehr gut möglich, die Aufmerksamkeit zu lenken. Auch lässt sich durch das Aufstellen von Behauptungen das Denken anregen bzw. aktivieren. Solche Unterrichtsgespräche stellen hohe Anforderungen an die Fähigkeiten von Schüler*innen – es muss versucht werden, diesen möglichst gerecht zu werden, z.B. ihrem Aufmerksamkeits- und Informationsverarbeitungsvermögen sowie ihrem Vermögen, gleichzeitig zuzuhören und mitzudenken und sich ggf. Notizen zu machen.

3.2 Unterstützung von Zugängen zu Technik durch Unterrichtsgespräche

Wie können mögliche Zugangswege nun durch Sprache bzw. Unterrichtsgespräche unterstützt werden? Zur Beantwortung dieser Frage werden nun im Folgenden drei zentrale Bereiche näher in den Blick genommen, bei welchen aus der Theorie schlussgefolgert werden kann, dass diese Zugänge zu Technik ermöglichen.

a) Sinnliche Wahrnehmung von Technik bzw. technischen Phänomenen ermöglichen

Die sinnliche Wahrnehmung kann so begleitet werden, dass mit Hilfe von Unterrichtsgesprächen der Blick auf Wesentliches bzw. bedeutsame Details für das Funktionieren eines Gerätes gelenkt wird. Ein Beispiel: beim Betrachten eines Kugelschreibers kann über die Frage, warum der Kugelschreiber Kugelschreiber heißt, die Aufmerksamkeit auf die Kugel und ihre Funktionsweise gelenkt werden (Schumann 2021b). Zudem können Prozesse, die den Weg von der sinnlichen Wahrnehmung zur sprachlichen Explikation des Wahrgenommenen bahnen, gefördert werden, z.B. indem man die Kinder auffordert, sich über ihre Wahrnehmung auszutauschen (z.B. über die Aufforderung, warum und wie der Kugelschreiber mit Hilfe der Kugel schreibt). Im Rahmen dieses Prozesses können die Kinder dazu ermutigt werden, möglichst vielfältige Beschreibungen aufzustellen – die Sache quasi einem „Sprachbad“ zu unterziehen, indem man alles, was einem auffällt, in Worten auszudrücken versucht. Man kann den Kindern verschiedene Möglichkeiten zur Auswahl stellen, z.B. die Analogiebildung („das sieht aus wie...“ bzw. „das erinnert mich an...“ – im Fall des Kugelschreibers ist ein schönes Analogmodell der Deoroller, diesen gibt es auch in durchsichtiger und demontierbarer Form). Kinder können auf diese Weise (u.a. auch unterstützt mit Fragen, z.B. der Frage, wie es kommt, dass die Kugel weder aus dem Schreibgerät herausfällt noch ins Innere rutscht, vgl. Schumann 2021b)

die Erfahrung machen, wie sich ausgehend von der sinnlichen Wahrnehmung durch die Transformation in die begriffliche Darstellung erste Vermutungen, Ideen und Deutungsansätze entwickeln. Sie können erfahren, wann ein bestimmter Begriff treffend ist und wann nicht, wann eine Beschreibung prägnant ist und wann nicht sowie wann eine Definition ausreichend oder unvollständig oder unnötig überladen ist.

Folgende Fragen könnten in diesem Kontext besonders spannend und interessant für Lehrer*innen sein: Welche Phänomene erstaunen und überraschen Kinder, weil sie von den Kindern als etwas wahrgenommen werden, das gegen ihre Erwartung (und damit Vorstellung) spricht (im Sinne einer kognitiven Irritation)? Welche Phänomene sind besonders geeignet, bei den Kindern Fragen auszulösen und eine Fragetätigkeit in Gang zu setzen?

b) Ermöglichung des Aufbaus innerer Vorstellungen

Im Unterrichtsgespräch kann die Aufforderung erfolgen, sich die aufgebauten inneren Vorstellungen gegenseitig mitzuteilen (z.B. darüber, wie sich jedes Kind die Funktionsweise eines Kugelschreibers vorstellt). Es kann im Dialog versucht werden, ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass innere Bilder und Realität zwei unterschiedliche Ebenen darstellen. Und es kann ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass erkannt wird, wann und zu welchem Zweck innere Vorstellungen hilfreich sind und wo der Gebrauch von ihnen an Grenzen stößt.

c) Ermöglichung von rekonstruktionslogischem, induktivem Erschließen

Das rekonstruktionslogische Vorgehen erfordert eine Beschränkung auf relativ wenig, aber hochrelevantes Material. In der Auseinandersetzung mit diesem lässt sich erfahren, wie wesentliche Interpretationen oder Funktionszusammenhänge generiert werden können. Rekonstruktionslogisches Erschließen kann beispielsweise durch das Stellen stimulierender Impulsfragen oder spannender Problemstellungen initiiert werden.

Rekonstruktionslogisches Erschließen bedeutet, dass man ausgehend von Sinesindrücken und dem Versuch, diese begrifflich zu fassen zu bekommen, allmählich zu Vorstellungen über Zusammenhänge, zu Fragen und zu ersten Interpretationen kommt. Im Unterrichtsgespräch muss Wert daraufgelegt werden, diesen Verlauf offenzulegen und bewusst zu machen. Das erreicht man damit, dass man jeweils offenlegt, wo im Gespräch man gerade steht. Auch der rote Faden muss immer wieder explizit aufgezeigt werden. Zudem sollte sichergestellt sein, dass keine aufgetretene Frage unbeantwortet bleibt und gleichzeitig,

dass man neue Fragen aufgreift und in kurzen Exkursen behandelt, aber dann auch wieder zurückfindet zur jeweils vorausgegangenen Überlegung. Teilweise kann es hilfreich sein, Zwischenergebnisse schriftlich festzuhalten. Auch sollte auf Fragen verwiesen werden, zu denen es noch keine Antwort gibt. Eine Möglichkeit hierbei ist, die Gedanken der Lernenden in mehr oder weniger freier Wechselrede hervorzulocken, diese zu bestätigen, zu verwerfen oder fortzusetzen.

Im Fall des Kugelschreiber-Beispiels (s.o.) kann eine stimulierende Impulsfrage beispielsweise sein, woran es liegen kann, dass ein Kugelschreiber nicht schreibt. Man kann über verschiedene Modi rekonstruktionslogischen Erschließens Vermutungen generieren, z.B. die Vermutung, dass der Kugelschreibertank leer ist, dass die Kugel eingetrocknet ist oder dass das Papier zu glatt ist.

d) Skizzieren, Zeichnen

Im Fall des Skizzierens wird im Unterrichtsgespräch das, was der Sphäre der Wirklichkeit angehört und in das Medium der Zeichensprache übersetzt wurde, sprachlich ausgedrückt. Vielen Menschen hilft es, wenn sie beim Zeigen und Erklären auf Skizzen verweisen können. Auch kann man gleichzeitig zuhören und das Gehörte skizzieren und diese Gleichzeitigkeit bewusst einsetzen und üben.

Beim Kugelschreiber kann z.B. versucht werden, die Kugel und ihre Lage im Innern des Schreibgeräts zu zeichnen und dabei darzustellen, warum die Kugel weder ins Innere des Schreibgeräts noch aus dem Schreibgerät herausfallen kann.

e) Originale Begegnung

Im Unterrichtsgespräch kann versucht werden, sich des besonderen Wertes der originalen Begegnung für Bildungsprozesse bewusst zu werden. Bittet man z.B. Kinder darum, ihr Vorwissen abzurufen, so kann man feststellen, dass die Aussagen sehr variieren – ein Beispiel aus dem Bereich der Elektrizität könnte sein, dass man fragt, ob die Lichterkette am Weihnachtsbaum weiter leuchtet, wenn man eine Glühlampe aus der Kette aus der Fassung dreht, oder ob die Lichterkette weniger hell leuchtet, wenn man drei weitere Glühlampe zusätzlich einbaut. Schaut man sich die Situation unmittelbar am originalen Objekt – einer Lichterkette – an, so erkennt man, welchen Wert ein „gutes“, „verlässliches“ Protokoll in Form der originalen Begegnung hat. Das Protokoll macht einige

Spekulationen unnötig und viele Hypothesen können in der Konfrontation mit der Realität verworfen werden.

f) Modelle, Repräsentationen

Wichtig in Gesprächen über Modelle ist, jeweils sicherzustellen, dass die Kinder einen Bezug zwischen Modell und Realität herstellen und beides nicht als zwei zusammenhanglose Inhalte betrachten (im Fall des Kugelschreibers kann man z.B. versuchen, die Drückermechanik mit Hilfe von 2-D-Modellen zu veranschaulichen, oder man vergleicht das Schreibgerät, um Verständnis in Bezug auf die Funktionsweise der eingebauten Kugel zu ermöglichen, beispielsweise mit einem Deoroller, vgl. Schumann o.J.). Vergleiche stellen hierbei ein bedeutsames didaktisches Werkzeug dar: was sieht man am Gegenstand und welche Entsprechung hat das im Modell? Wichtig ist, im Unterrichtsgespräch zu klären, wozu Modelle nützen können, z.B. zur Veranschaulichung eines zukünftigen Ereignisses, zum Erschließen von Gesetzmäßigkeiten, zur Präzisierung von Ideen oder zur Überprüfung von Proportionen und räumlichen Bedingungen.

g) Anknüpfung an den Alltag- bzw. Lebensweltkontext der sich bildenden Subjekte (Kontextbezug)

Technik ist allgegenwärtig – von Geräten in der Küche über das Fahrrad, Gartengeräte und Spielgeräte auf dem Spielplatz bis hin zu Autos und Computern. Ein Anknüpfen an den Alltags- bzw. Lebensweltkontext der Sich-bildenden lässt sich sprachlich auf viele verschiedene Weisen herstellen. So kann man die Kinder auffordern, von eigenen Erfahrungen zu erzählen oder man kann Beispiele anführen, die aus der Lebenswelt der Kinder stammen.

h) Beobachten und Beschreiben

Für die Lehrerin bzw. den Lehrer ist sehr aufschlussreich, wie Kinder Sachverhalte beschreiben. Die Lehrkraft kann daraus vieles erschließen: lassen die Kinder z.B. bestimmte Bereiche sprachlich aus oder nehmen sie kaum beobachtend wahr, so kann vermutet werden, dass sie zu diesen Bereichen keinen Anschluss an ihr lebensweltliches Wissen herstellen können, diese Bereiche für sie also zu abstrakt und theoretisch sind. Ein Beispiel: bei der Auseinandersetzung mit Schleuderschneeketten fiel auf, dass jüngere Kinder nicht auf Aspekte der Fliehkraft zu sprechen kamen; beim Handbohrgerät wurde der Übersetzung keine Aufmerksamkeit geschenkt (Schumann 2021b).

Beim Beschreiben geht es darum, Begriffe für Dinge und Vorgänge zu finden, die möglichst prägnant sind. Das müssen nicht zwingend Fachbegriffe sein. Es gibt sehr gute Möglichkeiten, auch muttersprachlich auszudrücken, was man vor sich hat oder was gerade passiert (ein Beispiel: Kinder wählten für den ihnen unbekanntem Wagenheber beim Beobachten und Beschreiben die eigenen Wortneuschöpfungen „Drehaufwagen“ sowie „Autolüpfen“ und für den Pumpenarm der Handschwengelpumpe die Bezeichnung „Hebelarm“, vgl. Schumann a.a.O.).

i) Explorieren und Experimentieren

Explorieren und Experimentieren verlangen, dass die Fragestellung präzise geklärt ist. Mit Hilfe von Unterrichtsgesprächen ist es möglich, dass Kinder erkennen, ob sie mit Hilfe eines Versuchs quasi bereits bekanntes Wissen reproduzieren oder ob sie tatsächlich ein Experiment durchführen, dessen Ausgang unbekannt ist. Im Unterrichtsgespräch können Kinder erfahren, dass sie mithilfe eines Experiments zu naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnisgewinnung kommen können. So kann man sich beispielsweise im Fall der Heißklebepistole mit Experimenten zum Klebstoff erwärmen auseinandersetzen, z.B. abgeraspelte Stückchen der Klebstoffstange in Aluschälchen legen und über einem Teelicht erhitzen, und im Vergleich dazu andere Stoffe, wie z.B. Schokolade oder flüssiges Eiweiß oder ein Stück Kuchen erhitzen – auf diese Weise lässt sich erfahren, dass manche Dinge im kalten Zustand fest sind und durch Hitze flüssig werden, manche Dinge flüssig sind und durch Hitze fest werden und wiederum andere Dinge fest sind und durch die Hitze einer Kerze nicht verändert werden, also fest bleiben.

j) Messen

Wichtig ist, immer wieder sicherzustellen, dass die zahlenmäßig-mathematischen Beschreibungen oder Erklärungen rückübersetzt werden können in das „Reale“. Die Frage lautet also: was habe ich gemessen und was bedeutet dieser Wert (bei der oben beschriebenen Durchgangsprüfung also z.B.: wo kann ich noch Stromfluss messen und wo nicht mehr, was bedeutet das bzw. wo liegt ein Defekt an der Leitung vor?).

k) Konstruieren und Nacherfinden

Durch Unterrichtsgespräche können die Phasen des Konstruktions- bzw. Nacherfindungsprozesses bewusst gemacht werden. Z.B. kann über folgendes gesprochen werden:

- Wo kommen die Ideen für Konstruktionen her?
 - Welche Inspirations- und Informationsquellen können mir weiterhelfen?
 - Welche Schwierigkeiten können auftreten und wie kann ich Lösungen dafür entwickeln?
 - Wie kann ich beim Planen vorgehen, wie bei der Umsetzung der Planung?
 - Wie kann ich das Produkt beurteilen und wie optimieren?
 - Wie kann ich die Bau- und Funktionsweise meines Produkts dokumentieren?
- Natürlich lassen sich nicht nur fertige Geräte konstruieren, es ist auch möglich, Modelle selbst zu entwerfen oder einzelne Bauteile nachzubauen.

l) Demontage

Wichtig ist, dass man am Anfang die Fragestellung klärt: welchen Grund hat die Demontage? Als naheliegende Möglichkeit bietet sich an, herauszufinden, woran es liegt, dass ein Gerät nicht mehr funktioniert. Eine solche Fragestellung ist spannend und herausfordernd sowie authentisch zugleich. Im Unterrichtsgespräch kann man in einem ersten Schritt dazu auffordern, von den Sinnen (vor allem: Sehsinn, Geruchssinn) Gebrauch zu machen, um sich an die Ursache der Störung heranzutasten. In der Anleitung zur Demontage ist im Gespräch immer wieder auf Sicherheitsaspekte hinzuweisen. Es lässt sich dabei auch metasprachlich überlegen, was einen guten Sicherheitshinweis ausmacht. Im Gespräch können sehr gut die Begriffe Bauform, Funktionsweise und Prozesse geklärt und mit Inhalt gefüllt werden.

m) Erklären mit und ohne Visualisierungen

Beim Erklären zeigt sich besonders deutlich, dass die Art der Erklärung sehr großen Einfluss auf das Verständnis hat. Erklärungen müssen extrem nah an den Bedürfnissen der sich bildenden Subjekte sein. Schon einige wenige Irritationen genügen, dass ein Erklärtext, egal ob mündlich oder schriftlich gegeben, zu Verständnisproblemen führt. Diese Irritationen sind vielfältiger Natur, hier einige Möglichkeiten:

- Verwendung von Begriffen, die mehrdeutig sind
- Unklarheit der Ausgangslage und der dann erfolgten Veränderungen dieser Ausgangslage
- Unvollständig durch die Erklärung abgebildete Prozesse oder Zusammenhänge
- Fehlen von Beispielen oder Vergleichen
- unklare Bezüge

- Widersprüche innerhalb einer Erklärung oder Widerspruch zwischen Erklärung und zugeordneten Visualisierungen

4. Fazit: Verstehensprozesse und Sprache im Bereich Technik des Primarstufensachunterrichts

Struktur- und systemtheoretische Zugänge zur Präzisierung der Logik professionellen Handelns gehen davon aus, dass sich pädagogische Praxis nicht mittels Formen standardisierter Techniken bewältigen lässt (Helsper, Krüger & Rabe-Kleberg 2000, 6). Laut Oevermann (1996) ist gerade die Nicht-Standardisierbarkeit Kennzeichen professionalisierungsbedürftiger Berufe.

Unterrichtsgespräche bedürfen einer sehr professionellen Haltung der Lehrkräfte und stellen sehr hohe Anforderungen an Lehrer*innen, denn die Nicht-Standardisierbarkeit gilt in besonderem Maße für Dialoge. Im Unterrichtsgespräch tritt häufig die Situation ein, dass Lehrer*innen situativ-spontan auf Äußerungen von Kindern eingehen müssen – das erfordert zum einen, dass Lehrer*innen sicher in Bezug auf den fachlichen Hintergrund eines Themas bzw. sich ihres Wissens und der Grenze ihres Wissens jeweils bewusst sind und authentisch damit umgehen, und zum anderen, dass es ihnen gelingt, jeweils fall-spezifisch herauszufinden, welches Verstehensproblem für ein Kind besteht und welche Zugangswege daher für ein Kind geeignet sind. Lehrkräfte müssen im laufenden Prozess permanent Relevanz und fachliche Korrektheit von Beiträgen richtig einschätzen und adäquat reagieren. Daher sind geeignete Beispiele, exemplarische Fragestellungen und auch denkbare Antwortmöglichkeiten von Kindern essentiell und müssen mitgedacht werden.

Weil unterschiedliche technische Gegenstände bzw. Phänomene sich unterschiedlich gut für bestimmte Erschließungsmodi bzw. -formen eignen, ist es wichtig, Phänomene bewusst auszuwählen, um Kindern sinnliche Wahrnehmungen und originale Begegnung zu ermöglichen. Nachgedacht werden kann beispielsweise darüber, welche Gegenstände sich besonders gut eignen, um sie zeichnerisch darzustellen oder um sie zu demontieren. Der Gedanke des exemplarischen Lernens steht jeweils im Zentrum: Anhand welcher Phänomene, Gegenstände oder Prozesse lassen sich Gesetzmäßigkeiten, Strukturen oder Merkmale besonders eindrücklich erfahren oder herleiten?

In Bezug auf Sprache bzw. Unterrichtsgespräche gilt, dass die erwähnten Überlegungen universell gültig sind. Auch für Unterricht in anderen Themenfeldern,

z.B. den Geistes- oder Naturwissenschaften, trifft zu, dass Unterrichtsgespräche beispielsweise von spannenden, authentischen Impulsfragen oder zum Finden von Lösungen anregenden Problemstellungen Gebrauch machen und dass Dialoge genutzt werden sollten. Dadurch kann möglichst bewusst und eindrücklich erfahren werden, wie Bildungsprozesse funktionieren, also wie man ausgehend von der Konfrontation mit der Welt zu Interpretationen über die Welt gelangt. Naturwissenschafts- bzw. technikbezogener Unterricht muss sehr genau in der Sprache sein, weil die begriffliche Präzision oft entscheidend und bedeutsam für die Erschließung ist. Schon wenige unklare oder missverständliche sprachliche Formulierungen können einen Verständnisaufbau erheblich (negativ) beeinflussen oder sogar dazu führen, dass ein Kind sich eine falsche Begrifflichkeit oder Konzeptvorstellung aneignet.

Literatur

- Appleton, K. (2006): Science Pedagogical Content Knowledge and Elementary School Teachers. In: Appleton, K. (Hrsg.): Elementary Science Teacher Education. International Perspectives on Contemporary Issues and Practice. Mahwah, 31-54.
- Becker-Mrotzek, M. & Vogt, R. (2009): Unterrichtskommunikation: linguistische Analysemethoden und Forschungsergebnisse. Tübingen.
- Becker-Mrotzek, M. (2019): Keynote „Sprachsensibel unterrichten in allen Fächern“. Kongress der Schweizerischen Gesellschaft für Bildungsforschung (SGBF) und der Schweizerischen Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL).
<https://www.sgbf2019.ch/keynote-prof-dr-michael-becker-mrotzek/> [10.03.2020].
- Billmann-Mahecha, E. & Gebhard, U. (2004): Wenn wir keine Blumen hätten. Empirische Vignetten zum ästhetischen Verhältnis von Kindern zur Natur. In: Journal für Psychologie, 1, 50-76.
- Braaten, M. & Windschitl, M. (2011): Working Toward a Stronger Conceptualization of Scientific Explanation for Science Education. In: Science Education, 95, 4, 639-669.
- Böschl, F., Gogolin, S., Lange-Schubert, K. & Hartinger, A. (2018): Modellverstehen von Grundschülerinnen und Grundschülern in Abhängigkeit von Kontext und Kompetenzniveaus. In: Franz, U., Heinrich-Dönges, A., Giest, H., Reinhoffer, B. & Hartinger, A. (Hrsg.): Handeln im Sachunterricht – konzeptionelle Begründungen und empirische Befunde. Bad Heilbrunn.
- Buck, P. & Aeschlimann, U. (2019): Befruchtung und Entfaltung. Dürnau.
- Budde, M. & Michalak, M. (2014): Sprachenfächer und ihr Beitrag zur fachsprachlichen Förderung. In: Michalak, M. (Hrsg.): Sprache als Lernmedium im Fachunterricht. Theorien und Modelle für das sprachbewusste Lehren und Lernen. Baltmannsweiler, 9-33.
- Busch, H. & Ralle, B. (2013): Diagnostik und Förderung fachsprachlicher Kompetenzen im Chemieunterricht. In: Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E. & Vollmer, H.J. (Hrsg.): Sprache im Fach – Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster, 277-294.

- Ciampi, L. (1997): Die emotionalen Grundlagen des Denkens. Entwurf einer fraktalen Affektlogik. Göttingen.
- Dagher, Z. & Cossman, G. (1992): Verbal Explanations Given by Science Teachers: Their Nature and Implications. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 4, 361-374.
- Deutscheschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (LP21 D-EDK) (2016): Lehrplan 21: Fachbereichslehrplan Natur, Mensch, Gesellschaft. Luzern.
- Diaconu, M. (2008): Der Dialog als Unterrichtsmethode. In: *Neue Didaktik*, 1, 60-73.
- Döring, N. & Bortz, J. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Heidelberg.
- Duit, R. & Glynn, S. (1995): Analogien – Brücken zum Verständnis. In: *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 6, 27, 4-10.
- Ebmeier, J. (2002): Von der PISA-Studie und der Neurobiologie des Lernens. In: *PädForum*, 30, 10-13.
- Ehras, C. & Dittmer, A. (2018): Kennzeichen guten Erklärens im Biologieunterricht. Wie SchülerInnen die Erklärung komplexer biologischer Phänomene wahrnehmen. In: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 17, 79-83.
- Friedman, M. (1974): Explanation and Scientific Understanding. In: *The Journal of Philosophy*, 71, 1, 5-19.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe*. Bad Heilbrunn.
- Gotwals, A.W., Songer, N.B. & Bullard, L. (2012): Assessing Students' Progressing Abilities to Construct Scientific Explanations. In: Alonzo, A.C. & Gotwals, A.W. (Eds.): *Learning Progressions in Science*. Rotterdam, 183-210.
- Greiss, G.D. (2014): Aus dem ABC des Unterrichtsentwurfs. Originale Begegnung. http://www.gdgreiss.de/seminar/ABC_originaleBegegnung.html [20.12.2020].
- Grosslight, L., Unger, C. & Jay, E. (1991): Understanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 9, 799-822.
- Haider, M. (2010): Der Stellenwert von Analogien für den Erwerb naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. Eine Untersuchung im Sachunterricht der Grundschule am Beispiel „Elektrischer Stromkreis“. Bad Heilbrunn.
- Haider, M. & Fölling-Albers, M. (2020): Auswirkungen von Analogiemodellen auf den Aufbau konzeptuellen Wissens im Sachunterricht der Grundschule – Beispiel Stromkreis. In *Unterrichtswissenschaft*, 48, 469-491.
- Hänze, M. (1998): *Denken und Gefühl. Wechselwirkung von Emotion und Kognition im Unterricht*. Neuwied.
- Härtig, H., Bernholt, S., Prechtel, H. & Retelsdorf, J. (2015): Unterrichtssprache im Fachunterricht – Stand der Forschung und Forschungsperspektiven am Beispiel des Textverständnisses. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21, 55-67.
- Helmke, A. (2012): *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze-Velber.

- Helsper, W., Krüger, H.-H. & Rabe-Kleberg, U. (2000): Professionstheorie, Professions- und Biographieforschung – Einführung in den Themenschwerpunkt. In: Zeitschrift für qualitative Bildungs-, Beratungs- und Sozialforschung, 1, 5-19. <https://www.budrich-journals.de/index.php/zqf/article/viewFile/4125/3462> [20.12.2020].) (bitte ausschreiben)
- Hertz, H. (1894): Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhang dargestellt. Leipzig. (Oswalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Bd. 263).
- Hillerbrand, R. (o.J.): Modell versus Theorie. Eine systematische Rekonstruktion der Semantik von Modellen in den Naturwissenschaften. University of Oxford, Faculty of Philosophy. https://www.researchgate.net/profile/Rafaela_Hillerbrand/publication/242180802_Moell_versus_Theorie_Eine_systematische_Rekonstruktion_der_Semantik_von_Modellen_in_den_Naturwissenschaften/links/02e7e529e4063a0eea000000/Modell-versus-Theorie-Eine-systematische-Rekonstruktion-der-Semantik-von-Modellen-in-den-Naturwissenschaften.pdf [20.12.2020].
- Hrouza, A. (2015): Innere Bilder – Innere Räume und das ihnen innewohnende kreative schöpferische Potential. Masterthesis an der Donau-Universität Krems. http://www.gestalttherapie.at/graduierungsarbeiten_oeffentlich/mth_angela_hrouza.pdf [20.12.2020].
- Ingham, A.M. & Gilbert, J.K. (1991): The Use of Analogue Models by Students of Chemistry at Higher Education Level. In: International Journal of Science Education, 13, 2, 193-202.
- Kempert, S., Edele, A., Rauch, D., Wolf, K.M., Paetsch, J., Darsow, A. & Stanat, P. (2016): Die Rolle der Sprache für zuwanderungsbezogene Ungleichheiten im Bildungserfolg. In: Diehl, C., Hunkler, C. & Kristen, C. (Hrsg.): Ethnische Ungleichheiten im Bildungsverlauf. Wiesbaden, 157-241.
- Kempert, S., Schalk, L. & Saalbach, H. (2018): Sprache als Werkzeug des Lernens: Ein Überblick zu den kommunikativen und kognitiven Funktionen der Sprache und deren Bedeutung für den fachlichen Wissenserwerb. <https://reinhardt-journals.de/index.php/peu/article/view/3369> [08.03.2020].
- Köhnlein, W. (1998): Grundlegende Bildung – Gestaltung und Ertrag des Sachunterrichts. In: Marquardt-Mau, B. & Schreier, H. (Hrsg.): Grundlegende Bildung im Sachunterricht. (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Bd. 8). Bad Heilbrunn, 27-46.
- Köster, H. & Gonzalez, C. (2007): Was tun Kinder, wenn man sie lässt? Freies Explorieren und Experimentieren (FFE) im Sachunterricht. In: Grundschulunterricht, 12, 12-17.
- Kraemer, R.-D. & Spinner, K.H. (2002): SynÄsthetische Bildung in der Grundschule. In: Spinner, K.H. (Hrsg.): SynÄsthetische Bildung in der Grundschule. Eine Handreichung für den Unterricht. Donauwörth, 9-15.
- Landwehr, B., Mammes, I. & Murmann, L. (2021) (Hrsg.): Technische Bildung im Elementar- und Primarbereich. (Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Bd. 11). Bad Heilbrunn.
- Leinhardt, G. & Steele, M. (2005): Seeing the Complexity of Standing to the Side: Instructional Dialogues. In: Cognition and Instruction, 23, 1, 87-163.
- Leuchter, M. & Saalbach, H. (2014): Verbale Unterstützungsmaßnahmen im Rahmen eines naturwissenschaftlichen Lernangebots in Kindergarten und Grundschule. In: Unterrichtswissenschaft, 42, 117-131.

- Müller, M. & Schumann, S. (2021): Technische Bildung. Stimmen aus Forschung, Lehre und Praxis. (Gespräche zum Sachunterricht, Bd. 1). Münster.
- Nießeler, A. (2015): Lebenswelt/Heimat als didaktische Kategorie. In: Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S. & Wittkowske, S. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2. akt. und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn, 27-30.
- Nohl, A.-M. (2011): Ressourcen von Bildung. Empirische Rekonstruktionen zum biographisch situierten Hintergrund transformativer Lernprozesse. In: Zeitschrift für Pädagogik, 6, 911-927.
- Oevermann, U. (1996): Theoretische Skizze einer revidierten Theorie professionalisierten Handelns. In: Combe, A. & Helsper, W. (Hrsg.): Pädagogische Professionalität. Untersuchungen zum Typus pädagogischen Handelns. Frankfurt am Main, 70-182.
- Quehl, T. & Trapp, U. (2015): Wege zur Bildungssprache im Sachunterricht. Sprachbildung in der Grundschule auf der Basis von Planungsrahmen. Münster, New York.
- Renkl, A., Wittwer, J., Grosse, C., Hauser, S., Hilbert, T., Nückles, M. et al. (2007): Instruktionale Erklärungen beim Erwerb kognitiver Fertigkeiten: Sechs Thesen zu einer oft vergeblichen Bemühung. In: Hosenfeld, I. & Schrade, F.-W. (Hrsg.): Schulische Leistung – Grundlagen, Bedingungen, Perspektiven. Münster, 203-223.
- Roth, H. (1957): Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens. 12. Aufl. Hannover.
- Royar, T. & Streit, C. (2010): MATHElino. Kinder begleiten auf mathematischen Entdeckungstreisen. Seelze.
- Sachse, P., Hacker, W. & Leinert, S. (2004): „Externes Denken“ beim Problemlösen – unterstützt das Skizzieren auch die Problemanalyse? In: Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 48, 193-202.
- Schmölzer-Eibinger, S. (2013): „Der Text war lang, sehr informativ und aufregend ... Sachtexte in der Zweitsprache verstehen und zusammenfassen“. In: Becker-Mrotzek, M. (Hrsg.): Didaktik der Sachtexte. In: Der Deutschunterricht, 6, 75-84.
- Schomaker, C. (2005): Sinnvolle Bildung im Sachunterricht. Über die didaktische Relevanz ästhetischer Zugangsweisen. In: [www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe Nr. 5/ Oktober 2005](http://www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe%20Nr.%205/Oktober%202005).
- Schönknecht, G. & Maier, P. (2012): Diagnose und Förderung im Sachunterricht. Kiel.
- Schopf, C. & Zwischenbrugger, A. (2015): Verständliche Erklärungen im Wirtschaftsunterricht: Eine Heuristik basierend auf dem Verständnis der Fachdidaktiker/innen des Wiener Lehrstuhls für Wirtschaftspädagogik. In: Zeitschrift für ökonomische Bildung, 3, 1-31.
- Schumann, S. & Favre, P. (2017): Erhebung kindlicher Präkonzepte und Analyse dialogischer Welterschließung. In: Favre, P. & Mathis, C. (Hrsg.): Naturphänomene verstehen. Zugänge aus unterschiedlichen Perspektiven in der Vorschul- und Primarstufe. Baltmannsweiler, 187-202.
- Schumann, S. (o.J.): Lernumgebungen (u.a. Elektrizität, Kugelschreiber). <https://www.fhnw.ch/plattformen/technik-stummfilme/lernumgebungen/> [22.12.2020].
- Schumann, S. (2015): Der Wert der originalen Begegnung. „Die wichtigste Voraussetzung für Bildung ist die Muße“. Interview: Jennifer Degen. In: Zoommagazin Basel, 18, 10-11.

- Schumann, S. (2018): Technik-Stummfilme. Online-Plattform für die Aus- und Weiterbildung von PädagogInnen, die Nutzung in Schulen und weitere Forschung. <https://www.fhnw.ch/plattformen/technik-stummfilme/> [25.01.2021]
- Schumann, S. (2019): Die Erforschung primärer Naturerfahrung. In: Schumann, S., Favre, P. & Mollenkopf, A. (Hrsg.): Green, Outdoor and Environmental Education. Sammelband zum ExpertInnen Workshop „Outdoor and Environmental Education“, Congressi Stefano Franscini, Monte Verità, Ascona. Aachen, 29-58.
- Schumann, S. (2021a): Technische Bildung. Die Entwicklung eines genetisch-sokratisch-exemplarischen Bildungsanlasses „Technik“ für die Primarstufe. In: Müller, M. & Schumann, S. (Hrsg.): Technische Bildung. (Gespräche zum Sachunterricht, Bd. 1). Münster, 41-68.
- Schumann, S. (2021b): Technische Ereignisse in Stummfilmen erschließen – eine Untersuchung der Bildungsprozesse von Kindern. In: Landwehr, B., Mammes, I. & Murmann, L. (Hrsg.): Technische Bildung im Elementar- und Primarbereich. Bad Heilbrunn. (Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Bd. 11).
- Schweiger, F. (1996): Die Sprache der Mathematik aus linguistischer Sicht. In: Müller, K.P. (für die GDM herausgegeben): Beiträge zum Mathematikunterricht. Hildesheim, 44-51.
- Thiel, B. (2009): Dialogisches Lernen im Unterricht. In: SPRECHEN – Zeitschrift für Sprechwissenschaft – Sprechpädagogik – Sprechtherapie – Sprechkunst, 47, 55-65.
- Tomczyszyn, E. & Kulgemeyer, C. (2016): Wie kann man eine verständliche Lehrererklärung vorbereiten? Ein Blick auf das adressatengemäße Erklären. In: Naturwissenschaften im Unterricht: Physik, 27, 152, 10-14.
- Treagust, D.F., Chittlerough, G. & Mamiala, T.L. (2002): Students' understanding of the role of scientific models in learning science. In: International Journal of Science Education 24, 4, 357-368.
- Wagenschein, M. (1923/1996): Über die Förderung der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit durch den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Hausarbeit für die Staatsprüfung für das höhere Lehramt. April 1996 herausgegeben vom Martin-Wagenschein-Archiv, Hasliberg Goldern.
- Wagenschein, M. (1975): Rettet die Phänomene! Erweiterte Fassung eines Vortrages auf der „Exempla 75“, Kongress; „Organismus und Technik“. München Ostern.
- Wagenschein, M. (1995): Die Pädagogische Dimension der Physik. 1. Neuauflage. Aachen-Hahn.
- Weich, M. & Eiglsperger, B. (2019): Das Erklären im Fokus. Zur Konzeption universitärer Lehrveranstaltungen im Rahmen des Forschungsprojekts FALKE. In: Kunz, R. & Peters, M. (Hrsg.): Der professionalisierte Blick. Forschendes Studieren in der Kunstpädagogik. München, 518-529.
- Zander, S., Hawlitschek, A., Seufert, R., Brünken, R. & Leutner, D. (o.J.): Psychologische Grundlagen des Lernens mit neuen Medien. Fernstudienlehrbrief Universität Rostock im Fernstudienangang „Medien und Bildung“. Zentrum für Qualitätssicherung in Studium und Weiterbildung.

Sache und Sprache? – Zur Rekonstruktion impliziten Wissens beim freien Explorieren

Florian Schütte

The qualitative study reconstructs search spaces, in which elementary school children explore causes for the non-functioning of electric circuits. The study is located in the field of science and technical learning of and with children. Its approach is one of basic learning aiming at processes of self-education. Both the structure of knowledge and the delineation of the object of learning are therefore understood as individual constructions. Data collection has been based on the approach of free exploration and its methodological desideratum of free experimentation. Access to the research object is thus embedded in didactic debates on questions of data collection on the phenomenological ideas of children. Access to the pupils' ideas is concretized through the reconstruction of search spaces. The sample population of third graders was supplied with material for the generation and flow of electricity, and their free exploration recorded in audio-visual form. The video recordings were then analyzed in a step-by-step process based on documentary methods. Attention was therein focused on the analysis of images, in particular the children's visualized practice. This focus on the visual is intended to demonstrate knowledge not explicated otherwise – that is, the object of the reconstruction is implicit knowledge in children's practice.

1. Einführung

Der Titel des Beitrags macht bereits deutlich, worum es im Folgenden gehen soll: Um die Rekonstruktion impliziten Wissens in Handlungssituationen. Im Rahmen der hier vorgestellten Studie haben Kinder mit Materialien zum Thema „elektrischer Stromkreis“ frei exploriert. Ziel war es, Räume zu rekonstruieren, innerhalb derer Kinder nach Ursachen für das Nichtfunktionieren von elektrischen Stromkreisen suchen. Diese Räume wurden auf Basis videographierter Schüler*innenhandlungen mit der dokumentarischen Methode rekonstruiert (Wagner-Willi 2004; Bohnsack 2009).

2. Theoretischer Hintergrund der Studie

Die Ausgangslage des Vorhabens bildet die Annahme, dass Menschen mehr wissen, als sie zu sagen vermögen (Polanyi 2016, 14). Demnach spielt bei der Rekonstruktion von Suchräumen das den Handlungen zugrundeliegende implizite Wissen eine tragende Rolle.

2.1 Naturwissenschaftliches Lernen im Kindesalter

Die Studie ist im Bereich der naturwissenschaftlichen sowie auch der technischen Perspektive des Sachunterrichts angesiedelt. Im Bereich der naturwissenschaftlichen und technischen Bildung beziehen sich die Ausführungen auf eine didaktische Konzeption, welche dem Ansatz von Natur bzw. Technik und Selbstbildung folgt (Jeretin-Kopf & Kosack 2013; Michalik 2010; Rauterberg 2013). Dieser Ansatz rückt das eigenständige Erkunden in den Mittelpunkt der Auseinandersetzung mit Phänomenen, Natur und Technik, ohne auf eine fachliche Systematik zu drängen.

Im Diskurs um Konzeptionen naturwissenschaftlicher Grundbildung werden auch unterschiedliche Denk- und Arbeitsweisen diskutiert (Hartinger, Grygier, Tretter & Ziegler 2013). Eine Form des kindlichen/schulischen Experimentierens, welche in hohem Maße offen ist und Selbstbildungsprozesse unterstützt, ist das freie Explorieren (Köster 2006). Es ist dadurch frei, dass Kinder nicht von äußeren Anforderungen oder Erwartungen, sondern durch Neugier und Interesse angetrieben werden. (Köster 2008, 203f.).

Nach Hammann (2004) ist naturwissenschaftliches Experimentieren ein komplexer Problemlöseprozess, der sich in zwei unterschiedlichen Suchräumen vollzieht, die zueinander in Bezug gesetzt werden können. Die Suche im Hypothesensuchraum beinhaltet das Aufstellen und Verfeinern von Hypothesen. Dazu gehört auch das Prüfen der Plausibilität der aufgestellten Vermutungen, wobei bereits auf Vorwissen zurückgegriffen wird (a.a.O., 198). Die Suche im Experimentiersuchraum bezeichnet den überlegten Umgang mit Variablen bei der Planung von Experimenten, um Daten zu generieren und Aussagen zu treffen, die zu den aufgestellten Hypothesen passen und in Bezug auf diese interpretierbar sind. Dazu ist einerseits domänenübergreifendes Wissen zum Experimentieren als auch domänenspezifisches Wissen nötig, da Experimente an inhaltliche Überlegungen angepasst werden müssen (a.a.O.). Es konnten in empirischen Studien mit Grundschulkindern aber auch Schüler*innen der weiterführenden

Schulen unterschiedliche Defizite festgehalten werden. So wurden Experimente ohne Hypothese durchgeführt, Variablen unsystematisch getestet oder Ursache-Wirkungsbeziehungen nicht geklärt (Hammann 2004; 2006).

Die Metapher des Suchraumes soll für das freie Explorieren adaptiert werden. Beim freien Explorieren geht es in erster Linie darum, dass Kinder sich im handelnden Umgang mit Materialien Inhalte selbst erschließen. Hypothesen werden dabei nicht (zumindest nicht zu Beginn) klar benannt (Köster 2008, 202f.). Es existiert daher auch kein explizierter Hypothesensuchraum. Der Experimentiersuchraum wird dadurch ebenfalls geschwächt, da dieser stark mit dem Hypothesensuchraum in Verbindung steht und sich letztlich auf diesen bezieht. Daher soll zunächst der isolierte Begriff des Suchraums auf das freie Explorieren übertragen werden. Es wird angenommen, dass auch das freie Explorieren vom Suchen gekennzeichnet ist. Das Suchen nach Ideen und Lösungen orientiert sich an den zum Explorieren zur Verfügung gestellten Materialien, den Sachen und dem Erfahrungswissen der Kinder. Es ist von einer großen Leiblichkeit gekennzeichnet (Fischer 2013, 19f.).

2.2 Vorstellungen zum elektrischen Stromkreis

Die Darstellung von Suchräumen beim freien Explorieren kann über die Rekonstruktion impliziten Wissens in den Handlungen der Kinder erfolgen. In den rekonstruierten Suchräumen können Vorstellungen der Kinder sichtbar gemacht werden (Schütte 2019).

Exemplarisch soll dies am Thema „elektrischer Stromkreis“ aufgezeigt werden, welches eine lange Tradition innerhalb des Sachunterrichts hat. Es liegen verschiedene Studien vor, in denen Vorstellungen von Kindern zum elektrischen Stromkreis sichtbar gemacht oder Erklärungsmuster herausgearbeitet wurden (Stork & Wiesner 1981; Heran-Dörr 2011; Glauert 2010). Zentral bei der Thematisierung des elektrischen Stromkreises ist in der Regel das physikalische Modell. So orientiert sich auch die Vorstellungsforschung zum elektrischen Stromkreis am physikalischen Modell (Heran-Dörr 2011).

Der elektrische Stromkreis wird oftmals im Zusammenhang mit Versuchen oder Experimenten thematisiert (Heran-Dörr a.a.O.; Glauert a.a.O.). Die dabei zur Verfügung stehenden Materialien sind meist konventionelle: Batterien, Glühlampen, Kabel. Starauschek, Rubitzko und Bullinger (2016) haben den Vorschlag erbracht, statt Blockbatterien und Glühlampen, LEDs und Knopfzellen zu

verwenden, da bspw. klassische Glühlampen zusehends aus den Lebenswelten von Kindern verschwinden.

3. Forschungsfragen

Mit der Übertragung der Annahme der Existenz von Suchräumen auch beim freien Explorieren ergibt sich die Frage, welche Räume sich konkret finden lassen. Diese Frage wird mit der Vorstellungsforschung zu elektrischem Strom verknüpft. Beim Explorieren mit Materialien zum Thema „elektrischer Stromkreis“ werden bestimmte Dinge mit Bedeutungszuschreibungen versehen, die wiederum Aufschluss über Vorstellungen geben können. Über die Auseinandersetzung der Kinder mit Ursachen des Nichtfunktionierens elektrischer Stromkreise, lässt sich – so die Annahme – an Suchräume und Strategien herankommen, da dies Momente sind, in denen Probleme gelöst werden müssen. Im Rahmen einer ersten Forschungsfrage wird in der Studie untersucht, innerhalb welcher Räume Kinder beim freien Explorieren nach Ursachen für das Nichtfunktionieren von Stromkreisen suchen.

Auch wenn elektrischer Strom ein Inhaltsgebiet ist, zu dem bereits verschiedene Vorstellungen herausgearbeitet werden konnten, ist die Sichtbarmachung von Vorstellungen in einer explorativen Situation sowie der Analysefokus auf im Umgang mit Materialien sichtbar werdende Vorstellungen ein Bereich, den es zu erschließen gilt. Oftmals werden Vorstellungen über sprachliche Äußerungen sichtbar gemacht (Murmans 2013; Heran-Dörr 2011). Sie müssen aber nicht zwangsläufig sprachlich repräsentiert sein, sondern können auch in Form impliziten Wissens in die Handlungspraxis integriert sein. Mit der Rekonstruktion von Suchräumen beim freien Explorieren soll dem Impliziten in besonderer Weise Rechnung getragen werden (Schütte 2019). In einer zweiten Fragestellung wird daher untersucht, inwiefern die dokumentarische Methode einen Beitrag in der Diskussion um die Sichtbarmachung von Vorstellungen leisten kann.

4. Methodisches Vorgehen

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurde ein qualitatives Verfahren gewählt. Es wurden insgesamt 12 Kinder (1 x 5 Kinder und 1 x 7 Kinder) der dritten Klassenstufe im Umgang mit Materialien zum Thema „elektrischer Stromkreis und erneuerbare Energiequellen“ gefilmt. Bei den Materialien wurde gänzlich auf Batterien verzichtet. Stattdessen standen den Kindern Solarzellen,

Wind- und Wasserräder sowie LEDs und Solarmotoren zur Verfügung. Der von Starauschek et al. (2016) erbrachte Vorschlag, LEDs und Knopfzellen zu verwenden, wurde somit noch erweitert. Eine zeitgemäße Auseinandersetzung könnte noch stärker auf die Erzeugung elektrischen Stromes eingehen. Mit der Auswahl der Materialien kann somit die Auseinandersetzung auch auf die gesellschaftlich relevante Frage der Stromerzeugung gerichtet werden. Die Sichtbarmachung von Vorstellungen kann auf den Bereich Energiegewinnung erweitert werden.

Durch die grundlegende Annahme, Menschen wissen mehr als sie zu sagen vermögen, ist es naheliegend, Handlungen der Kinder in den Blick zu nehmen. Aus diesem Grund bietet sich die Videographie als Verfahren zur Datenerhebung an. Kinder wurden deshalb während des Explorierens gefilmt. Der Vorteil der videogestützten teilnehmenden Beobachtung für die Studie lag darin, dass die Handlungen der Kinder festgehalten und dann im Rahmen der Datenauswertung erneut angesehen sowie detailliert interpretiert werden konnten.

Zur Datenauswertung und als Gegenstand der zweiten Forschungsfrage wurde die dokumentarische Methode gewählt, da angenommen werden kann, dass diese in besonderer Weise dazu geeignet ist, in die Handlungen eingelassene, implizite Wissensbestände zu rekonstruieren. Zudem hat sie sich bereits mehrfach im Bereich der Film- und Videointerpretation bewährt (Wagner-Willi 2004; Baltruschat 2010). Zwei Interpretationsschritte sind bei der Auswertung zentral: Die formulierende Interpretation, die den immanenten Sinn einer Äußerung oder Handlung beschreibt und die reflektierende Interpretation, die den dokumentarischen Sinngehalt einer Aussage oder Handlung rekonstruiert (Nohl 2008, 8). In der Studie soll gezeigt werden, dass mit der dokumentarischen Methode ein Beitrag zur forschungsmethodischen Sichtbarmachung von Vorstellungen geleistet werden kann.

Um der Überkomplexität und der Verschränkung von Simultaneität und Sequenzialität der Videodaten gerecht zu werden, wurde der Beobachtungsfokus auf jeweils ein Kind gelegt. Zudem wurden Bild und Ton getrennt voneinander ausgewertet, um die Bildebene als zentrale Datenbasis zur Rekonstruktion von Suchräumen in besonderer Weise zu berücksichtigen (Bohnsack 2009, 173). Anschließend wurde das Datenmaterial in einer Segmentierungsanalyse in thematische Haupt- und Untersequenzen sequenziert. Es wurden Sequenzen analysiert, die in Hinblick auf die Fragestellung besonders dicht sind, sogenannte Fokussierungsakte (Nentwig-Gesemann 2002, 54), also Sequenzen, in denen die

Kinder nach Ursachen für das Nichtfunktionieren ihrer Stromkreise suchen. Diese ausgewählten Sequenzen wurden dann zunächst einer formulierenden Interpretation und anschließend der reflektierenden Interpretation unterzogen. Im Anschluss wurde die Tonebene in die Auswertung mit einbezogen. Der Ton wurde zunächst transkribiert, ehe eine formulierende Interpretation angefertigt wurde. Als letzter Schritt wurde eine reflektierende Gesamtinterpretation in der Dimension von Bild und Ton verfasst.

Es wurde zunächst eine ausführliche Fallanalyse von einem Kind angefertigt; danach wurden im Rahmen der komparativen Analyse (Nohl 2008, 11) vor einem fallinternen Vergleichshorizont erste mögliche Suchräume und Strategien rekonstruiert. Anschließend wurde ein weiterer Fall hinzugenommen, um über eine fallübergreifende Analyse die gefundenen Räume weiter auszudifferenzieren. Schließlich wurden die rekonstruierten Suchräume und Strategien unter Hinzunahme von zwei Kindern weiter ausdifferenziert und voneinander abgegrenzt (Schütte 2019).

Die über die Rekonstruktion von Räumen sichtbar gewordenen Vorstellungen wurden nicht an einem fachlichen Vergleichshorizont gemessen. Es fand keine Differenzbeschreibung von kindlichem zu fachlichem Wissen statt. Vielmehr ging es um die Sichtbarmachung von Vorstellungen und Deutungsmustern, die kindlichen Handlungen eingeschrieben sind. Zentral ist im gewählten Vorgehen, dass der Vergleich im empirischen Material verbleibt.

5. Ergebnisse – identifizierte (Such-)Räume und Strategien

Es wurden unterschiedliche – in der Regel am Material orientierte – Ebenen der Auseinandersetzung rekonstruiert, auf denen die Kinder nach Ursachen für das Nichtfunktionieren ihrer Stromkreise gesucht haben. Auf den verschiedenen Ebenen wurden diverse Suchräume mit dazugehörigen Strategien identifiziert, beschrieben und voneinander abgegrenzt. Als Ebenen der Auseinandersetzung ließen sich Motor, Verbindungen, Schalter und Solarzelle identifizieren. Am Beispiel der Ebene Solarzelle werden nun Suchräume und Strategien der Kinder dargestellt. Zwei Suchräume konnten identifiziert werden: „die Solarzelle an sich“ (Suchraum 1) und „Funktionsbedingungen der Solarzelle“ (Suchraum 2).

Solarzelle (Ebene)

Die Solarzelle an sich (Suchraum 1)

- Weitere Solarzellen werden hinzugenommen (Strategie).

- Die Solarzelle wird ausgetauscht (Strategie).
- Die Solarzelle wird gegen eine größere getauscht (Strategie).
- Die Solarzelle wird gegen eine baugleiche getauscht (Strategie).
- Die Schatulle der Solarzelle wird versucht zu öffnen (Strategie).

Funktionsbedingungen der Solarzelle (Suchraum 2)

- Die Distanz der Solarzelle zum Licht wird verringert (Strategie).
- Die Solarzelle wird unter die Lampe geschoben (Strategie).
- Die Solarzelle wird unter verschiedene Lichtquellen gehalten (Strategie).
- Die Position der Solarzelle zum Licht wird geändert (Strategie).

Die Grundannahme innerhalb des Suchraumes 2 „Funktionsbedingungen der Solarzelle“ ist, dass die Menge des einfallenden Lichtes für die Funktionsweise der Solarzelle maßgeblich ist. Die Auseinandersetzung mit der Menge des einfallenden Lichtes zeigt sich in Strategien mit unterschiedlichen handlungsleitenden Annahmen. Die einzelnen handlungsleitenden Annahmen – im Folgenden kursiv – sind nicht immer trennscharf voneinander abzugrenzen (Schütte 2019).

Funktionsbedingungen der Solarzelle (Suchraum 2)

Die Menge des einfallenden Lichtes ist maßgeblich für die Funktionsweise der Solarzelle.

- Die Distanz der Solarzelle zum Licht wird verringert (Strategie).
In kurzer Distanz zur Lichtquelle kann mehr Licht auf die Solarzelle gelangen.
- Die Solarzelle wird unter die Lampe geschoben (Strategie).
Auch wenn die Distanz nur horizontal verringert wird, kann mehr Licht auf die Solarzelle gelangen.
- Die Solarzelle wird unter verschiedene Lichtquellen gehalten (Strategie).
Manche Lichtquellen sind heller als andere. Die Helligkeit des Lichtes ist maßgeblich für die Funktionsweise der Solarzelle.
- Die Position der Solarzelle zum Licht wird geändert (Strategie).
Die Solarzelle muss mit möglichst viel Oberfläche zur Lichtquelle ausgerichtet sein, damit möglichst viel Licht auf die Oberfläche fällt.

Neben den raumspezifischen Strategien wurden auch solche identifiziert, die raumübergreifend in den Handlungen der Kinder sichtbar gemacht werden konnten: „Tausch“; „mehr Hinzunehmen“ und „haptisches Prüfen“. Auch hier sollen kurz exemplarisch die rekonstruierten zugrundeliegenden handlungsleitenden Annahmen wiedergegeben werden.

Tausch

- Bauteil gegen ein identisches Bauteil (Solarzelle)
Das verwendete Bauteil ist kaputt oder funktioniert nicht richtig.
- Bauteil gegen ein anderes Bauteil (Solarzelle/Schalter)
Das verwendete Bauteil ist kaputt, funktioniert nicht richtig oder erzielt nicht ausreichend Leistung.
- Anschlüsse
Die Bauteile müssen auf eine spezifische Art und Weise verbunden sein.

„mehr Hinzunehmen“

- Immaterielles (Licht)
Die Distanz der Solarzelle zur Lichtquelle muss kurz sein, damit mehr Licht auf die Solarzelle fällt.
- Materielles (Solarzellen)
Mehr Solarzellen können mehr Licht einfangen.

Haptisches Prüfen

- Gangbarkeit des Motors
Der Motor muss frei beweglich sein.
- Festigkeit der Verbindungen
Alle Verbindungen müssen fest sein.

Bezogen auf die erste Forschungsfrage konnten unterschiedliche am Material orientierte (Such-)Räume rekonstruiert werden. Zudem wurden verschiedene Strategien – zu verstehen als Bewegungen innerhalb der Räume – herausgearbeitet. Diese Strategien existieren teilweise auch suchraumübergreifend. Des Weiteren konnte mit dem gewählten Auswertungsverfahren und der Fokussierung der Bild- bzw. Handlungsebene das den Strategien immanente handlungsleitende Wissen rekonstruiert werden. Über die Rekonstruktion dieser handlungsleitenden Annahmen wurden Vorstellungen der Kinder sichtbar gemacht.

Als weiteres Ergebnis der Untersuchung zeigte sich, dass sich freies Explorieren nicht nur über aufeinanderfolgende Phasen wie bei Köster (2006) darstellen lässt, sondern auch als ein von hoher Leiblichkeit geprägtes Durchstreifen verschiedener Such- und Orientierungsräume. Die Idee des Suchraumes konnte also erfolgreich auf das freie Explorieren übertragen werden. Es konnte außerdem festgestellt werden, dass Handlungen in den Räumen nicht willkürlich vollzogen werden, sondern unterschiedlichen Absichten folgen, die nicht expliziert werden

(können). Diesen Absichten sind jedoch bestimmte Annahmen immanent, die aus den Handlungen rekonstruiert werden konnten.

Für das freie Explorieren bietet es sich an, zwischen Orientierungs- und Suchraum zu unterscheiden.

Tabelle 1: Orientierungs- und Suchräume

	Orientierungsräume...	Suchräume...
Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> - werden betreten, während Stromkreis(-konstrukt)e gebaut werden und ehe sie fertiggestellt sind; - stellen Bereiche dar, in denen sich die Handlungen der Kinder orientieren; - lassen handlungsleitende Vorstellungen erkennen. 	<ul style="list-style-type: none"> - werden betreten, nachdem Stromkreis(-konstrukt)e gebaut wurden, bei denen irgendetwas nicht funktioniert; - werden betreten, wenn die Kinder sich auf die Suche nach Ursachen für das Nichtfunktionieren machen; - werden betreten, wenn bestimmte Komponenten und Bauteile in den Fokus genommen werden, von denen etwas erwartet wird.
Frage	An welchen Materialien orientieren sich die Handlungen der Kinder und wie gehen sie beim Bau vor?	An welchen Komponenten und Bauteilen suchen die Kinder nach Ursachen, wo ändern sie etwas?

Im Rahmen der zweiten Forschungsfrage wurde untersucht, inwiefern die dokumentarische Methode einen Beitrag in der Diskussion um die Sichtbarmachung von Vorstellungen leisten kann.

Die Verfahrensschritte der dokumentarischen Methode wurden erfolgreich auf eine didaktische Fragestellung angewendet. Vorstellungen wurden über die Rekonstruktion von Bewegungen in Räumen sichtbar gemacht. Mit der besonderen Fokussierung der Bildebene bei der Datenauswertung und damit der Handlungen wurde insbesondere die Leiblichkeit der Kinder in Situationen des freien Explorierens berücksichtigt.

Es wurde in der Studie deutlich, dass die dokumentarische Methode ein großes Potenzial im Kontext der Vorstellungsforschung im Zusammenhang mit der Re-

konstruktion impliziten Wissens bietet. Sie wurde bereits erfolgreich in Film und Videoanalysen wie bspw. bei der Analyse von Unterhaltungssendungen oder im Zusammenhang mit der Rekonstruktion von Ritualen im Klassenraum eingesetzt (Bohnsack 2009; Wagner-Willi 2004). Dass sich diese Methode im Rahmen sachunterrichtsdidaktischer Analysen eignet, konnte mit vorliegender Studie bestätigt werden.

6. Diskussion – Räume und Vorstellungen

Im Rahmen der Studie wurden über die Rekonstruktion von Suchräumen verschiedene Vorstellungen und Erklärungsansätze zum Thema „elektrischer Stromkreis“ wiedergefunden und ausdifferenziert. So konnte teilweise eine Einwegzuführungsvorstellung (Heran-Dörr 2011, 13) in den Handlungen entdeckt und auch festgestellt werden, dass die Kinder den Verbindungen eine bedeutende Ursache für das Funktionieren ihrer Stromkreise zuschrieben (Glauert 2010, 130). Einige bekannte Erklärungsansätze konnten weiter ausdifferenziert werden, wie bspw., dass die Verbindungen auf eine spezifische Art und Weise gesetzt werden müssen. Zudem wurde deutlich, dass die Kinder insbesondere bei den einzelnen Bauteilen nach Ursachen für das Nichtfunktionieren suchten, vor allem bei der Solarzelle. Neu gewonnene Vorstellungen und Erklärungsansätze beziehen sich insbesondere auf die Solarzellen und die Art und Weise, wie die einzelnen Bauteile miteinander verbunden sind. Die Auseinandersetzung mit elektrischen Stromkreisen konnte somit auf den Bereich der Energiegewinnung und dabei insbesondere auf die Funktionsweise der Solarzelle erweitert werden. Mit der dokumentarischen Methode konnte ein neuer methodischer Zugang für die Untersuchung kindlichen Denkens erschlossen werden (Glauert 2011). Weiterhin kann die Diskussion um die Methodik zur Sichtbarmachung von Vorstellungen um eine weitere Methode bereichert werden (Murmans 2013). Allerdings muss erwähnt werden, dass es sehr aufwendig ist, dokumentarische Videoanalysen anzufertigen.

Die Diskussion um die forschungsmethodische Sichtbarmachung von Vorstellungen kann also gleichermaßen um zwei Aspekte bereichert werden, zum einen um die dokumentarische Methode als Zugangsmöglichkeit zu Vorstellungen und zum anderen um die besondere Berücksichtigung der Handlungen über Videoanalysen als Zugang zu kindlichen Vorstellungen. Videos im Rahmen der Vorstellungsforschung zu erheben, ist zwar nicht unüblich (Murmans 2004), aller-

dings liegt der Fokus der Datenauswertung dann auf der Ebene des Tones. Es existieren zwar auch Videostudien zum Experimentieren, bei denen allerdings ein anderes Erkenntnisinteresse im Vordergrund steht. Tesch und Duit (2004) haben Videos quantitativ und zeitintervallbasiert ausgewertet, um Zusammenhänge zwischen unterrichtlichen Handlungsmustern und der Entwicklung von Interesse und Lernleistung herzustellen. Als Grenzen ihrer Untersuchung formulieren sie, dass bestimmte vom Experimentieren erwartete Dinge in ihrer Videostudie nicht untersucht werden konnten und dass zu diesem Zweck aufwändigere Verfahren nötig seien (a.a.O., 66). Eine qualitative Videoanalyse, die in besonderer Weise die Ebene des Bildes berücksichtigt, kann solche tiefergehenden Einblicke geben. Gerade dann, wenn Kinder bspw. aufgrund von Sprachproblemen nicht in der Lage sind, ihr Wissen zu verbalisieren oder auch dann, wenn bei Jüngeren das Wissen weniger symbolisch strukturiert ist als vielmehr der Erfahrung entspringt, ist es wichtig, den Bereich des impliziten Wissens als genauso bedeutsam wie den Bereich des expliziten Wissens anzusehen. Der in der Diskussion um die Erhebung von Vorstellungen zentrale Aspekt, Kinder anzuregen, ihre Erfahrungen und Vorstellungen zu verbalisieren (Heran-Dörr 2011, 9), konnte in vorliegender Studie überwunden werden. Damit konnte ein Beitrag zur forschungsmethodischen Grundlagenforschung geleistet werden.

Literatur

- Baltruschat, A. (2010): Die Dekoration der Institution Schule Filminterpretationen nach der dokumentarischen Methode. Wiesbaden.
- Bohnsack, R. (2009): Qualitative Bild- und Videointerpretation. Opladen.
- Fischer, H.-J. (2013): Sinn und Unsinn der Naturbildung im frühen Kindesalter. In: Rautenberg, M. & Schumann, S. (Hrsg.): Umgangswesen mit Natur(en) in der Frühen Bildung. Berlin, 13-32.
- Glauert, E. (2010): Erkundungen und Erklärungen zur Elektrizität. Zum Sachverstehen und Sachlernen im Vorschulalter. In: Fischer, H.-J., Hansen, P. & Michalik, K. (Hrsg.): Sachunterricht und frühe Bildung. Bad Heilbrunn, 123-137.
- Hammann, M. (2004): Kompetenzentwicklungsmodelle. Merkmale und ihre Bedeutung – dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. In: MNU, 57, 4, 196-203.
- Hammann, M., Phan, T.T.H., Ehmer, M. & Bayrhuber, H. (2006): Fehlerfrei Experimentieren. In: MNU 59, 5, 292-299.
- Hartinger, A., Grygier, P., Tretter, T. & Ziegler, F. (2013): Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren. Kiel.
- Heran-Dörr, E. (2011): Von Schülervorstellungen zu anschlussfähigem Wissen im Sachunterricht. Kiel.

- Jeretin-Kopf, M. & Kosack, W. (2013): Tüfteln: Diszipliniertes Experimentieren und kreatives Erfinden im Technikunterricht der Grundschule. In: Mammes, I. (Hrsg.): Technisches Lernen im Sachunterricht. Baltmannsweiler, 45-55.
- Köster, H. (2006): Freies Explorieren und Experimentieren mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht. In: Lück, G. & Köster, H. (Hrsg.): Physik und Chemie im Sachunterricht. Braunschweig, 43-56.
- Köster, H. (2008): Physik in Kindertagesstätten. In: Hellmich, F. & Köster, H. (Hrsg.): Vor-schulische Bildungsprozesse in Mathematik und Naturwissenschaften. Bad Heilbrunn, 195-210.
- Michalik, K. (2010): Didaktische Konzepte für die naturwissenschaftliche Grundbildung von Kindern im Elementarbereich. In: Fischer, H.-J., Hansen, P. & Michalik, K. (Hrsg.): Sachunterricht und frühe Bildung. Bad Heilbrunn, 93-108.
- Murmann, L. (2004): Phänomene erschließen kann Physiklernen bedeuten. Perspektiven einer wissenschaftlichen Sachunterrichtsdidaktik am Beispiel der Lernforschung zu Phänomenen der unbelebten Natur. In: www.widerstreit-sachunterricht.de, Nr. 3.
<https://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/didaktiker/murmann/schatten.pdf> [10.01.2021].
- Murmann, L. (2013): Dreierlei Kategorienbildung zu Schülervorstellungen im Sachunterricht? Text, Theorie und Variation – Ein Versuch, methodische Parallelen und Herausforderungen bei der Erschließung von Schülervorstellungen aus Interviewdaten zu erfassen. In: www.widerstreit-sachunterricht.de, Nr. 19.
<https://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/superworte/forschung/kategorie.pdf> [10.01.2021].
- Nentwig-Gesemann, I. (2002): Gruppendiskussion mit Kindern. Die dokumentarische Interpretation von Spielpraxis und Diskursorganisation. In: ZBBS 3, 1, 41-63. In: Zeitschrift für qualitative Bildungs-, Beratungs- und Sozialforschung, 3, 1, 41-63.
- Nohl, A.-M. (2008): Interview und dokumentarische Methode. Anleitungen für die Forschungspraxis. Wiesbaden.
- Polanyi, M. (2016): Implizites Wissen. Frankfurt a.M.
- Rauterberg, M. (2013): „Naturbildung in der Frühpädagogik“: Umgangsweisen mit Natur(en). In: Rauterberg, M. & Schumann, S. (Hrsg.): Umgangsweisen mit Natur(en) in der frühen Bildung. Berlin, 33-46.
- Schütte, F. (2019): Freies Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis. Eine Suchraumrekonstruktion nach der dokumentarischen Methode. Wiesbaden.
- Staraschek, E., Rubitzko, T. & Bullinger, M. (2016): „Wann leuchtet die LED?“ Neue Alltagsbezüge zur Elektrizitätslehre. In: Grundschule Sachunterricht, 69, 1, 8-12.
- Stork, E. & Wiesener, H. (1981): Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 9, 6, 218-230.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004): Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, 10, 51-70.

Wagner-Willi, M. (2004): Videointerpretation als mehrdimensionale Mikroanalyse am Beispiel schulischer Alltagsszenen. In: Zeitschrift für qualitative Bildungs-, Beratungs- und Sozialforschung, 5, 1, 49-66.

„Also ein Schall bleibt halt ein bisschen“ – kindliche Wahrnehmungen des Begriffskonstrukts „Schall“

Sonja Isabel Veith

The exploration of students' perspectives is an important part of the didactics of General Studies (Sachunterricht). The aim of General Studies is not only to prepare for the further specialized subjects, but also to address their current developmental stage (GDSU 2013, 10). In order to achieve this, students' ideas and perceptions have to be taken into account and starting from there, they have to be worked towards concepts that are sustainable for the subject.

With the help of phenomenography a research on students' perceptions of sound was conducted. Sound is a very worthwhile subject for teaching. Because of its relevance to life, it is especially interesting for elementary school students. But it is also a topic that offers the potential to work with important physical concepts up to the upper school.

This article will deal with the perception of the German word construct "sound".

1. Kinderperspektiven erschließen

Das Erforschen von Schüler*innenperspektiven ist ein wichtiger Bestandteil der Sachunterrichtsdidaktik. Durch die „doppelte Anschlussaufgabe“ (GDSU 2013, 10) will der Sachunterricht nicht nur auf den weiterführenden Fachunterricht vorbereiten, sondern auch die Schüler*innen dort abholen, wo sie gerade sind. Dafür müssen die Wahrnehmungen und Erlebensweisen der Schüler*innen im Unterricht aufgegriffen werden und zu fachlich tragbaren Konzepten hingearbeitet werden.

1.1 Konzeptorientierte vs. phänomenographische Forschung

Die Rekonstruktion von Schüler*innenperspektiven als Grundlage von didaktischen Strukturierungen ist nicht nur im Sachunterricht ein wichtiges Forschungsgebiet, sondern gerade in den Naturwissenschaftsdidaktiken – in denen diese Herangehensweise ihren Ursprung hat – immer noch zentrales Forschungsthema (Murmann 2013). In diesem Zusammenhang ist die konzeptorien-

tierte Forschung am weitesten verbreitet. Dabei werden Äußerungen und Handlungen der Lernenden aus der Sicht einer informierten Person interpretiert (Murmann 2004). Dies und die dabei zugrunde liegende dualistische Ontologie (Pätzold 2012) führen unweigerlich dazu, dass die Diskrepanz zum Fachwissen betont wird und in den Vordergrund tritt (Murmann 2004).

Im Kontrast dazu basiert die Phänomenographie auf einer nicht-dualistischen Ontologie; Äußerungen und Handlungen werden auf der Grundlage der erfahrbaren Aspekte eines Phänomens interpretiert. Es findet also keine Bewertung statt, ob das Erleben eines Phänomens angemessen ist (Åkerlind 2005). Einzigartig ist hierbei die Wahrnehmung des Phänomens aus der Perspektive zweiter Ordnung, d.h. aus der Sicht der Lernenden (Marton & Booth 1997, 117ff.). Das hat auch zur Folge, dass sich Lernen damit nur gegenstandsspezifisch beschreiben lässt. In der konzeptorientierten Forschung hingegen wird allgemein angenommen, dass mentale Konzepte kontextunabhängig existieren (Pätzold 2012), was auch immer wieder zu widersprüchlichen Forschungsergebnissen hinsichtlich der Konsistenz bei den Schüler*innenäußerungen führt (z.B. Sommer 2002), obwohl auch hier kontextabhängig gearbeitet werden kann (Pätzold a.a.O.).

Trotz dieser Unterschiede sind diese beiden Forschungsansätze nicht widersprüchlich zueinander, sondern sie „beschreiben Lernen aus einer anderen Perspektive“ (a.a.O., 110).

1.2 Grundgedanken der phänomenographischen Forschungsmethodologie

Mithilfe der Phänomenographie wird der Frage nachgegangen, auf welche Art und Weise ein Lerngegenstand von Individuen erfahren und erlebt wird. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich die Erlebensweisen eines Lerngegenstandes von Person zu Person unterscheiden, diese Erlebensweisen jedoch in ihrer Gesamtheit und Anzahl, bezogen auf den Lerngegenstand und die Lerngruppe, endlich sind. Der Lernprozess wird in der Phänomenographie durch eine immer differenziertere und integriertere Erlebensweise eines Phänomens begründet. Damit ist gemeint, dass verschiedene Aspekte eines Phänomens wahrgenommen und diese miteinander in Bezug gesetzt werden (Marton & Booth a.a.O., 110ff.).

Das Kernstück der phänomenographischen Forschung ist der Kategoriensatz (a.a.O., 124ff.). In diesem Kategoriensatz werden die verschiedenen Perspektiven der Lernenden, die sich im Forschungsprozess herauskristallisiert haben, in

einer Kategorie festgehalten. Die einzelnen Kategorien werden anhand ihrer Differenziertheit und Integriertheit hierarchisiert. Obwohl hier eine Wertung im Sinne einer Hierarchisierung stattfindet, wird nicht bewertet, ob das Erleben eines Phänomens angemessen ist; die Hierarchisierung wird im Hinblick auf das Lernziel vorgenommen. Dies ist in der Regel im Kontext von Schule die fachlich-korrekte Wahrnehmung eines Lerngegenstandes. Im Paradigma der Phänomenographie bedeutet dies trotzdem nicht, dass andere Erlebensweisen und Wahrnehmungen falsch sind, sondern lediglich, dass diese Erlebensweisen gerade nicht dem Lernziel entsprechen (Purdie & Hattie 2002; Åkerlind 2005).

Ein phänomenographischer Kategoriensatz besitzt nur für die Lerngruppe, in der er erhoben wurde, den Anspruch auf Vollständigkeit (Marton & Booth 1997, 124ff.).

2. Fachliche Einordnung des Themas Schall

Im Fokus dieser Untersuchung liegt die Wahrnehmung von Schall. Dieser ermöglicht den meisten von uns die Kommunikation miteinander und beeinflusst dadurch einschlägig unseren Alltag. Aber auch fachlich ist es ein interessantes Thema, weil es bis in die Oberstufe das Potential bietet, sich mit wichtigen physikalischen Konzepten auseinanderzusetzen (Niedersächsisches Kultusministerium 2017). Trotz seiner Alltagsrelevanz wird das Thema Schall in der Grundschule eher selten oder nur am Rande thematisiert, obwohl es beide Eigenschaften eines guten Sachunterrichtsthemas bietet: Lebensnähe und gleichzeitig wichtige fachliche Grundlagen für den weiterführenden Physikunterricht.

Schall ist eine mechanische Welle, also die Ausbreitung von Energie in einem Medium, die eine periodische Veränderung des Drucks bzw. der Dichte in diesem Medium bewirkt. Beim Luftschall bewegen sich die Luftteilchen dabei periodisch um ihre Ruhelage. Hier wird jedoch kein Dominoeffekt ausgelöst, in dem ein Teilchen das nächste anstößt; vielmehr induziert die Änderung des Luftdrucks die Teilchenbewegungen. Die Welle, die sich so im Medium ausbreitet, ist eine Longitudinalwelle (Längswelle). Dies ist für Schüler*innen nicht intuitiv verstehbar, da aus dem Alltag eigentlich nur Transversalwellen (Querwellen) bekannt sind (DEGA 2006).

Im Detail ergeben sich beim Thema Schall also weitere wichtige Konzepte der Physik, wie die Themen Dichte, Druck sowie verschiedene Wellenformen und

ihre Beschreibungen. Auch das macht Schall, gerade als Längsschnittthema, für alle Klassenstufen interessant.

Besonders deswegen ist es wichtig, ganz im Sinne der doppelten Anschlussaufgabe (GDSU 2013), schon in der Grundschule die Wahrnehmungen der Schüler*innen zum Thema Schall aufzugreifen und auf ein fachlich tragbareres Konzept hinzuarbeiten.

Eng verbunden mit dem Thema Schall ist das Echo. Dieses ist eine zeitlich stark verzögerte Reflexion eines Schallereignisses. Damit es sich aber nicht nur um einen einfachen Nachhall handelt, sondern als Echo erkennbar ist, ist die zeitliche Differenz zwischen Schallereignis und der Wahrnehmung des reflektierten Schalls essentiell. Die notwendige zeitliche Verzögerung für diese Wahrnehmung heißt Echoschwelle und liegt zwischen wenigen Millisekunden und einigen Sekunden (Blauert & Braasch 2008).

3. Die Wahrnehmung von Schall – aktueller Stand der Forschung

Wie viele physikalische Phänomene ist Schall auch ein Phänomen¹, bei dem die physikalischen Eigenschaften, trotz der starken Präsenz im Alltag, nur schwer direkt erfahrbar sind. Dadurch werden Wahrnehmungen möglich, die fachlich nicht tragbar sind:

Weit verbreitet ist die Analogie von Schall und Wasserwellen. Dabei spielen zwei Verknüpfungspunkte eine Rolle: Zum einen bietet der Begriff Schallwelle, der fachlich korrekt ist, die Möglichkeit, die transversalen Wellen (wie Wasserwellen), die wir aus unserem Alltag kennen, mit dem Schall gleichzusetzen. Zum anderen kommen im Zusammenhang mit Schall häufig Klangschalen oder andere visuelle Hilfsmittel zum Einsatz, weil insbesondere Dichtewellen nur schwer visualisiert und für Schüler*innen greifbar gemacht werden können. Abgesehen von der Tatsache, dass Schall keine transversale Welle ist, haben Wasserwellen zusätzliche Eigenschaften, die insbesondere für Luftschall – als mechanische Welle in einem Fluid – nicht zutreffen. Wasserwellen sind Oberflächenwellen und sehr dispersiv, d.h. dass die Gruppen- und Phasengeschwindigkeit unterschiedlich sind und deswegen die Wellenberge immer näher zusammenrücken, je weiter sich die Welle ausbreitet (Linder 1992).

¹ Hierbei ist nicht das Phänomen im Sinne der Phänomenographie gemeint, sondern ein physikalisches Phänomen, also eine Naturerscheinung.

Wie bei vielen anderen physikalischen Phänomenen ist auch bei Schall die Perzeption² verbreitet, dass dieser aus Teilchen besteht (Eshach & Schwartz 2006), d.h. Eigenschaften hat, die einer materiellen Substanz zugeschrieben werden können. Dazu zählt beispielsweise, dass er eine Oberfläche bzw. ein Volumen hat, dass das Hören durch die Anzahl oder die Größe der Schallteilchen beeinflusst wird und dass er sich im Vakuum ausbreiten kann (Hrepic, Zollman & Rebello 2010). Dabei ist Schall als mechanische Welle eine Energie, die sich als Teil des Mediums in ihm ausbreitet und keine vom Medium unabhängige Materie (DEGA 2006). Gerade diese Gleichsetzung mit etwas Materiellem lässt sich in allen Altersgruppen, von Schüler*innen bis hin zu Studierenden, wiederfinden (z.B. Eshach & Schwartz 2006; Linder & Erickson 1989; Wulf & Euler 1995).

4. Die Wahrnehmung von Schall durch Grundschul Kinder nachvollziehen

In der hier in Teilen vorgestellten Studie wurde der Frage nachgegangen, wie Kinder im Grundschulalter Schall wahrnehmen. Dabei lag der Fokus auf den physikalischen Aspekten von Schall, insbesondere in der Schallausbreitung. Die Ausbreitung von Schall ist ein schwer erfahrbares Phänomen, weswegen hierzu verschiedene Experimente mit eingebracht und für die Fragestellung entwickelt wurden. In diesem Beitrag soll der Schwerpunkt aber auf dem Begriff ‚Schall‘ selbst liegen.

4.1 Der Aufbau der qualitativen Interviewstudie

Im Sinne der Phänomenographie war es wichtig, dass die Perspektive zweiter Ordnung, also die Perspektive der Kinder auf das Phänomen, möglichst gut erfasst werden konnte. Deswegen wurden leitfadengestützte Partner*inneninterviews geführt, d.h. es waren stets zwei Kinder anwesend. Dies bot für das Befragungsziel mehrere Vorteile: Die Kinder hatten weniger Hemmungen, weil sie auch miteinander ins Gespräch kommen konnten. Zudem konnten ihre Be-

² Hierbei ist die Wahrnehmung, oder das Erfassen eines Phänomens gemeint. Es wird bewusst auf den Begriff „Vorstellung“ verzichtet, da dieser suggeriert, dass es sich hierbei um ein Konzept im Kopf der Person handelt und damit entkoppelt von der wahrnehmbaren Welt wäre (dualistische Ontologie), es in der Phänomenographie aber zentral ist, dass die Wahrnehmung eines Phänomens nicht von diesem entkoppelt ist (nicht-dualistische Ontologie).

schreibungen und Antworten sprachlich authentischer sein, weil sie untereinander ihre Sprache nicht der Sprache der interviewenden Person anpassen mussten. Im weiteren Interviewverlauf konnten die zwei Kinder dadurch ein Experiment erproben, das sich nur zu zweit durchführen lässt. Die Anzahl der Kinder hatte den weiteren Vorteil, dass der Anteil an Kindern und Erwachsenen im Raum dadurch ausgeglichen wurde (Fuhs 2012). Für ein etwas komplexeres Experiment im späteren Interviewverlauf war die Anwesenheit einer zweiten erwachsenen Person notwendig, die sich aber nicht am Interviewgespräch aktiv beteiligte. Insgesamt wurden 12 Interviews mit 24 Kindern zwischen acht und zwölf Jahren geführt, welche die 3. (18 Kinder) oder 4. Klassenstufe (6 Kinder) in zwei unterschiedlichen Grundschulen besuchten.

Die Interviews wurden video- sowie audiographiert, dauerten durchschnittlich 45 Minuten und waren in drei Teile gegliedert. Im ersten Interviewpart ging es um verschiedene Aspekte des Themas Schall. Dabei hatten die Kinder die Möglichkeit, ihre Aussagen mit Zeichnungen zu unterstützen oder auch ausschließlich zu zeichnen, wenn ihnen die Verbalisierung schwerfiel. Auch wurden verschiedene Dinge, über die zuvor gesprochen wurde, unmittelbar erprobt – wie das Klopfen und Sprechen durch Türen oder der Effekt eines Papiertrichters, um über die dabei gemachten Erfahrungen direkt reden zu können.

Im zweiten Teil wurden die Kinder aufgefordert, sich mit einer für das Interview selbst entwickelten Black Box zu beschäftigen (vgl. Rode & Friege 2017).

Schließlich kam ein Schlierenaufbau zum Einsatz, der in Anlehnung an den Aufbau von Crockett und Rueckner (2018) für die Grundschule adaptiert wurde. Dieser Aufbau macht Dichteunterschiede in transparenten Medien sichtbar und ermöglichte es dadurch den Kindern, Schall nicht akustisch, sondern optisch zu erfahren.

Für ein phänomenographisches Forschungsdesign ist es wichtig, mit den Befragten über verschiedene kontextgebundene Erfahrungen zu reden bzw. die direkte Erfahrung selbst zu ermöglichen und darüber zu reden. Da die Kinder in allen drei Interviewteilen selbst tätig werden konnten und verschiedene Erfahrungen mit Schall mit unterschiedlichen Schwerpunkten machen konnten, war eine vielfältige Erfassung der Erlebensweisen von verschiedenen Phänomenen, welche hauptsächlich die Schallausbreitung betreffen, möglich.

4.2 Das Vorgehen bei der Datenauswertung

Für die phänomenographische Auswertung gibt es keine einheitlichen Vorgaben, sondern lediglich Gütekriterien, denen die Ergebnisse gerecht werden müssen (Marton & Booth 1997, 125). Das Analyseverfahren wird aber häufig in vier bis sieben Schritte unterteilt, die in ihrer Gesamtheit aber vergleichbare Teilaspekte abarbeiten und somit als gleichwertig betrachtet werden können (Han & Ellis 2019). Die in der Tabelle 1 dargestellten Schritte sind an einschlägigen phänomenographischen Studien und Veröffentlichungen orientiert und sollen das Vorgehen in der Auswertung transparent machen.

Zunächst wurden die Interviews transkribiert und mithilfe der Videoaufnahmen korrigiert (*1. Vertraut machen*). Für die eigentliche Auswertung wurde die Software MAXQDA genutzt, mit der die Interviews, ähnlich dem deduktiv-induktiven Vorgehen beim offenen Kodieren in der Qualitativen Inhaltsanalyse oder der Grounded Theory, durchgegangen wurden (*2. Erfassung*); dabei konnte schon mithilfe von Memos festgehalten werden, welche Phänomene in der jeweiligen Interviewsituation eine Rolle spielten (Kuckartz 2012, 95ff., Murmann 2013).

Danach wurden die Transkripte bezüglich verschiedener Schwerpunkte analysiert (*3. Verdichtung*). Die leitende Frage war dabei: Inwiefern unterscheiden sich ähnliche Erlebensweisen, welchen Einfluss haben referentielle und strukturelle Aspekte (Außen- und Innenhorizont) auf die Erlebensweisen? Für diesen Teil wurde mit der MindMap-Funktion der Software MAXQDA gearbeitet.

Die einzelnen Erlebensweisen wurden anschließend den passenden Phänomenen zugeordnet und dort auf Grundlage ihrer Ähnlichkeit zusammengefasst (*4. Integration*).

Im Anschluss daran wurden die sich so ergebenden Beschreibungskategorien mit Bezug zu den referentiellen Aspekten hierarchisiert (*5. Strukturierung*), bevor abschließend die Ergebnisse auf Grundlage der Qualitätskriterien und in Hinblick auf die Darstellung überarbeitet wurden (*6. Revision*). Ein wichtiges Gütekriterium in der Phänomenographie ist die Transparenz. Diese kann erreicht werden, indem verschiedene Forscher*innen mit demselben Material arbeiten und immer wieder die verschiedenen Zwischenergebnisse abgleichen, um letztendlich einen gemeinsamen Ergebnisraum zu erarbeiten (Åkerlind 2005). Allerdings erkennt auch Åkerlind (a.a.O.) an, dass im Rahmen einer Qualifizierungsarbeit diese Herangehensweise nicht möglich ist. Im Sinne der intersubjektiven

Nachvollziehbarkeit jedoch, wurden einzelne Auswertungsschritte und Ergebnisse in zwei verschiedenen Auswertungsrunden zur Diskussion gestellt.

Tabelle 1: Phänomenographische Auswertungsschritte

	Schritt	Beschreibung
1	Vertraut machen	<ul style="list-style-type: none"> - Inhaltlich-semantische Transkription der Interviews (Dresing & Pehl 2018, 20ff., Sin 2010) - Mehrfaches Durchgehen der Daten (Transkripte, Zeichnungen etc.) (Dahlgren & Fallsberg 1991)
2	Erfassung	<ul style="list-style-type: none"> - Textpassagen (vorübergehend) einer deduktiv-induktiv gebildeten Beschreibungskategorie zuweisen (Marton & Booth 1997)
3	Verdichtung	<ul style="list-style-type: none"> - Durchsicht der Transkripte mit dem Schwerpunkt auf einer Erlebensweise (Marton & Booth a.a.O.), strukturelle Aspekte und referentielle Aspekte (Murmann 2013) - Iteratives Verfahren (Åkerlind 2005): Schritt 2 und 3 müssen mehrmals wiederholt werden
4	Integration	<ul style="list-style-type: none"> - Innerhalb der Beschreibungskategorien werden die Aussagen auf der Grundlage ihrer Ähnlichkeiten zusammengefasst (Marton & Booth a.a.O.)
5	Strukturierung	<ul style="list-style-type: none"> - Die Kategorien der Beschreibung werden hierarchisiert und bilden den Ergebnisraum (Åkerlind a.a.O.)
6	Revision	<ul style="list-style-type: none"> - Überarbeitung der Forschungsergebnisse auf der Grundlage der jeweiligen Gütekriterien und der Darstellung (Murmann a.a.O.)

5. Das Begriffskonstrukt „Schall“ in der Wahrnehmung von Grundschulkindern

Im Folgenden wird der Kategoriensatz dargestellt, der sich aus den Interviewdaten zu dem Begriffsphänomen „Schall“ ergeben hat. In der tabellarischen Darstellung (vgl. Tabelle 2) finden sich unterhalb der Kategorienbenennung

anonymisierte Beispiele aus den Interviews. In der Anordnung stellt die Kategorie 1 diejenige dar, die am integriertesten und differenziertesten in Hinsicht der physikalisch/fachlichen Wahrnehmung ist und die Kategorie 4 entsprechend diejenige, welche am wenigsten integriert und differenziert ist. Der Ergebnisraum ist in diesem Fall nicht linear, sondern es gibt gleichwertige Verzweigungen auf verschiedenen Ebenen (Kategorie 2.1 und 2.2), was in der Phänomenographie durchaus vorkommen kann (Åkerlind 2005).

Tabelle 2: Kategoriensatz zum Begriffskonstrukt „Schall“

Kategoriensatz: Begriff Schall	
Kategorie 1: Schall ist eine Tonwelle	
<p>BEISPIEL 1: <i>Interviewerin:</i> Habt ihr das Wort schon mal gehört, Schall? <i>Alexandra:</i> Ist das etwas mit Ohren? [...] </p> <p>Interviewerin: Könnt ihr es aufmalen? <i>Alexandra:</i> Naja nicht wirklich/ also ich glaub da sind so welche Wellen vom Geräusch oder so. (Interview 12, 78-88)</p> <p>BEISPIEL 2: <i>Interviewerin:</i> Wisst ihr denn was Schall ist? <i>Yadid:</i> Schallwellen sind halt so zwei/ das sind halt solche Wellen, mit denen man sich auch verständigen kann irgendwie. (Interview 11, 148-150)</p>	
Kategorie 2.1: Schall spricht man	Kategorie 2.2: Schall hört man
<p>BEISPIEL 1: <i>Interviewerin:</i> Also wenn wir jetzt auch miteinander reden? <i>Xavier:</i> Dann sprechen wir Schall. (Interview 11, 155-157)</p> <p>BEISPIEL 2: <i>Interviewerin:</i> Wie kommt das Geräusch, oder das, was ich sage, zu euch? Habt ihr davon eine Idee? <i>Jakob:</i> Durch die Ohren? <i>Interviewerin:</i> Okay und wisst ihr was dazwischen passiert? <i>Jakob:</i> Es passieren so/ So Schall. (Interview 4, 62-71)</p>	<p>BEISPIEL: <i>Interviewerin:</i> Habt ihr das Wort schon mal gehört, Schall? <i>Alexandra:</i> Ist das etwas mit Ohren? (Interview 12, 78-79)</p>

Kategorie 3: Schall ist Echo	
<p>BEISPIEL: Interviewerin: Und was ist Schall? Was meint ihr? Ingo: Also ich glaube, dass ist Schall ist, wenn man zum Beispiel/ wenn man durch einen Tunnel geht, wenn man was ruft, dann hört man das ganz, ganz oft. (Interview 4, 82-83)</p>	
Kategorie 3.1: Tiere erzeugen Schall	Kategorie 3.2: Reden ist kein Schall/Echo
<p>BEISPIEL: Interviewerin: Also es geht heute auch ein bisschen um Schall. Habt ihr denn von dem Wort schon mal was gehört? Ulrike: Das haben wir, naja, Schall ist sozusagen/ Fledermäuse haben auch manchmal eine Schallwelle, weil sie sind so laut, dass der Schall wieder zurückkommt. Den sie machen, um ihre Nahrung zu suchen. (Interview 9, 103-105)</p>	<p>BEISPIEL 1: Interviewerin: Und habt ihr denn aber eine Idee, wie das, was ich rede, wie das zu euch an die Ohren kommt, oder? Petra: Also das kommt bei mir so an, halt wie, nicht wie ein Schall, sondern einfach wie ein Ton. Also nicht so ein Musikton, sondern eher ein wörtlicher Ton. (Interview 7, 162-163)</p> <p>BEISPIEL 2: Interviewerin: Und wenn ich rede, ist das auch Schall? Nadine: Nein, weil man redet ja normal und ein Echo ist, wenn das ganze Zeit wiederholt. (Interview 6, 103-104)</p>
Kategorie 4: Schall ist ein (un)bekannter Fachbegriff	
<p>BEISPIEL 1: Interviewerin: Habt ihr das Wort schon mal gehört, Schall? Alexandra: Also ja ich weiß irgendwie, aber ich kann es halt auch nicht so wirklich erklären. (Interview 12, 78-85)</p> <p>BEISPIEL 2: Interviewerin: Wisst ihr denn was Schall ist? Xavier: Ich weiß was Schallgeschwindigkeit ist. (Interview 11, 148-149)</p>	

Bei Betrachtung der einzelnen Kategorien wird deutlich, dass auch in der vierten Kategorie den Kindern der Begriff als solcher nicht unbekannt war, sie aber nicht unbedingt wussten, wofür er steht.

In der dritten Kategorie kommt das Echo als konkretes Schallphänomen hinzu, denn viele Kinder assoziierten mit dem Begriff ein Echo-Phänomen, also etwas, das sich wiederholt (*Kategorie 3*). In dem *Beispiel 2* aus *Kategorie 3.2* werden

die Worte „Schall“ und „Echo“ synonym verwendet. Die Schlussfolgerung in *Kategorie 3.2* war für die Kinder, dass Reden kein Schall sein kann, weil es ja in der Regel ohne Echo auftritt. Diese enge Verknüpfung von Schall und Echo könnte auf die begriffliche Nähe von „Schall“ und dem Verb „schallen“ zurückzuführen sein, denn in der Alltagssprache findet das Wort „Schall“ selbst kaum Anwendung. Zudem tritt das Wort „Schall“ in der Beschreibung der Tierwelt auf, z.B. bei Fledermäusen. Wie in *Kategorie 3.1* zu lesen ist, war die Fähigkeit von Fledermäusen, sich mit Ultraschall im Raum zu orientieren, bekannt – obwohl der Begriff „Ultraschall“ nicht explizit genannt wurde. Das Zurückreflektieren des Schallereignisses, welches für die Echoortung von Fledermäusen essentiell ist und auch von den Kindern hier beschrieben wurde, ist, abgesehen von der nicht hörbaren Frequenzlage bei dem Ultraschall der Fledermäuse, in seinen Charakteristika ein Echo. Also wurde in dieser Kategorie die Wahrnehmung von Schall als ein anderes Wort für ein Echoereignis aus *Kategorie 3* erweitert auf die Nutzung in der Tierwelt.

In *Kategorie 2.1* und *2.2* hingegen ist zu sehen, dass einige Kinder „Schall“ mit etwas, das mit „hören“ (2.2) bzw. „reden“ (2.1) zu tun hat, verknüpfen.

In Kategorie 1 wurde dies sogar insofern ausdifferenziert, dass Schall eine Welle ist, die dem Verständigen dient – wobei sich hier stets auf eine Transversalwelle bezogen wurde, was durch entsprechende Handbewegungen deutlich gemacht wurde.

6. Fazit

Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass sich der alltagsweltliche Begriff „Schall“ deutlich von der fachlichen Definition des physikalischen Phänomens „Schall“ unterscheiden kann. Aus fachlicher Sicht ist das Echo (*Kategorie 3*) bzw. die Echoortung in der Tierwelt (*Kategorie 3.1*) nur ein Teilaspekt von Schall. Für einige Kinder war dies aber so definitiv gleichzusetzen, dass sie andere Schallphänomene, wie das Reden, aus dem Begriffskonstrukt „Schall“ ausschlossen (*Kategorie 3.2*). Dies zeigt sich auch der erste Dudeneintrag zum Begriff „Schall“, der sich nicht auf die physikalische Definition bezieht, sondern Echo-ähnliche Ereignisse beschreibt. Erst der zweite Eintrag spiegelt das Phänomen „Schall“ in seiner physikalisch definierten Breite wider:

*„1. nachhallendes Geräusch; schallender Klang, Ton
2. In einem Medium wellenförmig sich ausbreitende Schwingungen, die vom menschlichen Gehör wahrgenommen werden können“ (Duden 2020).*

Diese begriffliche Diskrepanz, die einen deutlichen Einfluss auf die Wahrnehmung des Phänomens hat, stellt ein deutliches Desiderat in der Forschung zum Sachunterricht dar.

Es gab aber auch Kinder, die den Begriff „Schall“ mit Sprache und Kommunikation verknüpften. Einige Kinder stellten auch die Verbindung zu Wellen her, was auch auf den Fachbegriff „Schallwellen“ zurückzuführen sein könnte. Der Wellentyp, den die Kinder mit der Formulierung „Welle“ beschreiben wollten, war aber ausschließlich eine Transversalwelle. Dies bestätigt die Ergebnisse der in Kapitel 3 vorgestellten Studien zu Schall, in dem Aspekt, dass Schall nicht als Longitudinalwelle wahrgenommen wird.

Das Thema „Schall“ ist ein komplexes Thema, zu dem die Kinder auch schon im Grundschulalter vielfältige Erlebensweisen und Perspektiven mit in den Unterricht bringen. Eine dieser Erlebensweisen ist die sprachliche Gleichsetzung von Schall und Echo. Daraus verdeutlicht sich der Zusammenhang, dass die sprachliche Entwicklung und die Wahrnehmung von Phänomenen untrennbar miteinander verwoben sind (Wellington & Osborne 2001). Das kann als Indiz dafür gesehen werden, wie wichtig die Sensibilisierung in Hinsicht der Verwendung von Fachsprache und Alltagssprache im Unterricht ist.

Literatur

- Åkerlind, G.S. (2005): Variation and Commonality in Phenomenographic Research Methods. In: Higher Education Research and Development, 31, 1, 115-127. doi: 10.1080/07294360.2011.642845.
- Blauert, J. & Braasch, J. (2008): Räumliches Hören. In: Weinzierl, S. (Hrsg.): Handbuch der Audiotechnik. Berlin, Heidelberg, 87-121.
- Crockett, A. & Rueckner, W. (2018): Visualizing Sound Waves with Schlieren Optics. In: American Journal of Physics, 86, 11, 870-876. doi: 10.1119/1.5042245.
- Dahlgren, L.-O. & Fallsberg, M. (1991): Phenomenography as a Qualitative Approach in Social Pharmacy Research. In: Journal of Social and Administrative Pharmacy, 8, 4, 150-156.
- Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA) (2006): DEGA-Empfehlung 101: Akustische Wellen und Felder. https://www.dega-akustik.de/fileadmin/dega-akustik.de/publikationen/DEGA_Empfehlung_101.pdf [01.2021].

- Duden (2020): Schall, der. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Schall> [01. 2021].
- Dresing, T. & Pehl, T. (2018): Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. 8. Auflage. Marburg. https://www.audiotranskription.de/download/praxisbuch_transkription.pdf [01.2021].
- Eshach, H. & Schwartz, J.L. (2006): Sound Stuff? Naïve Materialism in Middle-School Students' Conceptions of Sound. In: International Journal of Science Education, 28, 7, 733-764.
- Fuhs, B. (2012): Kinder im qualitativen Interview: Zur Erforschung subjektiver kindlicher Lebenswelten. In: Heinzl, F. (Hrsg.): Methoden der Kindheitsforschung: Ein Überblick über Forschungszugänge zur kindlichen Perspektive. 2. überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel, 80-104.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Bad Heilbrunn.
- Han, F. & Ellis, R.A. (2019): Using Phenomenography to Tackle Key Challenges in Science Education. In: Frontiers in Psychology, 10, 1414, 1-10. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01414.
- Hrepic, Z., Zollman, D.A. & Rebello, N.S. (2010): Identifying Students' Mental Models of Sound Propagation: The Role of Conceptual Blending in Understanding Conceptual Change. In: Physical Review Special Topics – Physics Education Research, 6, 2, 020114. doi: 10.1103/PhysRevSTPER.6.020114.
- Kuckartz, U. (2012): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim, Basel.
- Linder, C.J. (1992): Understanding Sound: So what is the Problem? In: Physics Education, 27, 5, 258-264.
- Linder, C.J. & Erickson, G.L. (1989): A Study of Tertiary Physics Students' Conceptualizations of Sound. In: International Journal of Science Education, 11, 5, 491-501.
- Marton, F. & Booth, S. (1997): Learning and Awareness. Mahwah.
- Murmann, L. (2004): Phänomene erschließen kann Physiklernen bedeuten. In: widerstreit-sachunterricht. <https://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/didaktiker/murmann/schatten.pdf> [01.2021].
- Murmann, L. (2013): Dreierlei Kategorienbildung zu Schülervorstellungen im Sachunterricht? Text, Theorie und Variation – Ein Versuch, methodische Parallelen und Herausforderungen bei der Erschließung von Schülervorstellungen aus Interviewdaten zu erfassen. In: widerstreit-sachunterricht. <https://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/superwor-te/forschung/kategorie.pdf> [01.2021].
- Niedersächsisches Kultusministerium (2017): Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe, das Berufliche Gymnasium, das Abendgymnasium, das Kolleg: Physik. Hannover. <https://cuvo.nibis.de/cuvo.php?p=download&upload=199> [01.2021].
- Pätzold, H. (2012): Konstruktivismus und Lerntheorien – radikal vereinbar? In: Gieseke, W., Nuissl, E., Schübler, I. & Arnold, R. (Hrsg.): Reflexion zur Selbstbildung: Festschrift für Rolf Arnold. Bielefeld, 102-118.

- Purdie, N. & Hattie, J. (2002): Assessing Students' Conceptions of Learning. In: Australian Journal of Educational and Developmental Psychology, 2, 17-32.
- Rode, H. & Friege, G. (2017): Nine Optical Black-Box Experiments for Lower-Secondary Students. In: Physics Education, 52, 3, 035009. doi: 10.1088/1361-6552/aa62eb.
- Sin, S. (2010): Considerations of Quality in Phenomenographic Research. In: International Journal of Qualitative Methods, 9, 4, 305-319. doi: 10.1177/160940691000900401.
- Sommer, C. (2002): Wie Grundschüler sich die Erde im Weltall vorstellen – eine Untersuchung von Schülervorstellungen. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 8, 69-84.
- Wellington, J.J. & Osborne, J. (2001): Language and Literacy in Science Education. Buckingham, Philadelphia.
- Wulf, P. & Euler, M. (1995): Ein Ton fliegt durch die Luft. Vorstellungen von Primarstufenkindern zum Phänomenbereich Schall. In: Physik in der Schule, 33, 7-9, 254-260.

Sprachhandeln und Sachlernen

Bernd Wagner

The article shows didactic perspectives in which civilization and culture awareness, language and historical learning of primary school children are linked in the context of cultural literacy. The video ethnographic research project on the cultural educational potential of collection objects, developed in cooperation with the German Historical Museum (DHM) in Berlin, examines situations of speech-act competence. In the museum, selected collection objects are made accessible to primary school children with reference on their socio-geographical and historical significances in learning environments. The contribution presents verbal presentations of primary school children resulting from performative confrontations with the collection objects in the learning environments. The empirical data indicate that perspectives on and concepts of culture are materialized in collection objects that stimulate communication and interaction connected with contents of German history.

1. Einleitung

Der sogenannte *Landeskundeanteil*, der in unterschiedlichen curricularen Ausprägungen im Deutsch als Zweitsprache (DaZ)-Unterricht der Schulen vorgesehen ist, thematisiert u.a. deutsche Geschichte. Diese landeskundlichen Inhalte zur deutschen Geschichte werden in diesem Beitrag im Kontext kultureller Sachbildung mit kommunikativen und ästhetischen Schwerpunktsetzungen im Museum erschlossen.¹ Zum einen geht es um *kooperative, schüler*innenzentrierte Lernarrangements* (Becker, Beermann, Zander & Hannover 2013) mit Sammlungsobjekten und zum anderen um das Museum als einen Ort der Konstruktion individueller und kollektiver Bedeutungen im Kontext von Verständigungen zur deutschen Geschichte. Die Verknüpfung von Sach- und Sprachbildung bietet Perspektiven für die durchgängige Sprachförderung in der Primarstufe. Auch das interdisziplinäre Zentrum ProDaZ an der Universität Duisburg/

¹ In Deutschland ist die Zweitsprachausbildung curricular mit einem Landeskundeanteil verbunden, in dem zumeist soziale, historische und wirtschaftliche Zugänge zu Deutschland thematisiert werden. In einigen Bundesländern wird im Landeskundeanteil auch interkulturelle Kommunikation thematisiert.

Essen fordert eine stärkere Berücksichtigung der sprachlichen Komponente schulischen Lernens und es werden insbesondere Potentiale im Fach Sachunterricht aufgrund der sprachlichen Anforderungen durch die Vielperspektivität und die Einbeziehung der Bezugsdisziplinen gesehen (Beese & Gürsoy 2011). Im Forschungsprojekt wird ausgehend von der historischen Perspektive der Forschungsfrage nachgegangen, wie gesellschaftswissenschaftliche Themenstellungen, die curricular im Sachunterricht und der Landeskunde verortet sind, mit wenigen deutschen Sprachkenntnissen sprachanbahnend erarbeitet werden können. In diesem Kontext wird zu den aus objektbezogenen Auseinandersetzungen entstehenden sprachlichen Präsentationen von Kindern gearbeitet.

Der Beitrag umfasst vier Abschnitte. Als erstes wird der Forschungszusammenhang zu Sprachhandeln in situativen, peer- und materialbezogenen Kontexten mit Bezug zur Studie vorgestellt. Dann wird die Anlage der Studie dargestellt. Anhand der Ergebnisse werden die Beiträge der Studie zu materialbezogenem Sprachhandeln aufgezeigt und daraus resultierende Perspektiven für den schulischen Sachunterricht, besonders im Kontext niederschwelliger Zugänge zu sprachlicher Förderung, gezeigt. Abschließend werden die Potentiale einer Verknüpfung von Sprach- und Sachlernen entworfen.

2. Sprachhandeln und Sammlungsobjekte

Im Zentrum des Forschungsprojekts *Graben, Planen, Bauen – Willkommensklassen entdecken historische Karten und ihre Geschichte(n)* steht eine videoethnographische Studie, in der Auseinandersetzungsformen von Grundschulkindern mit Sammlungsobjekten untersucht werden.² Die in Kooperation mit dem Deutschen Historischen Museum (DHM) entstandene Studie rekurriert auf die qualitativ-rekonstruktive Bildungsforschung, die ethnographisch von Georg Breidenstein (2006), beispielsweise bei den Beschreibungen des Schülerjobs, ausformuliert worden ist. Der videoethnographische Zugang gewährleistet, dass

² Das Projekt ist bereits 2017 konzipiert worden, es wurde ab 2018 aus Mitteln des DHM finanziert und als Kooperation der Grundschuldidaktik Sachunterricht der Universität Leipzig (Alexandria Krug, Ulrike Prib und Prof. Dr. Bernd Wagner) mit der Abteilung Bildung und Vermittlung des DHM (Stefan Bresky, Romy Kühnert und Jan Haverkamp) gestaltet. Die Lernumgebungen werden im DHM als langfristiges Bildungsangebot für Grundschulen etabliert (vgl. die Internetseite des Projekts: <https://www.dhm.de/bildungsvermittlung/kooperationen/graben-planen-bauen.html> [URL: 01.06.2020]).

objektbezogene Interaktionen sowie begleitendes Sprechen von Kindern aufgezeichnet und in der Datenauswertung situativ beschreibbar werden. Sprachhandeln beinhaltet die Fähigkeit, eine Situation aktiv und gezielt in der beabsichtigten Weise durch sprachliche Äußerungen zu verändern (Carls, Jacob & Pieler 2006). Es entsteht im Kontext kommunikativer Anforderungen im handlungsorientierten Sachunterricht. Situationen des Sprachhandelns, zum Beispiel beim peerbezogenen Präsentieren von Arbeitsergebnissen zu gesellschaftswissenschaftlichen Themenstellungen, geben Anhaltspunkte, wie Kinder mit wenigen Deutschkenntnissen gefördert und Sachlernprozesse mit Zweitspracherwerb verknüpft werden können. Auch die Publikation des Lisum Berlin/Brandenburg mit dem Titel *Sprachhandeln – Materialien zum Sprachlernen* (Carls, Jacob, & Pieler 2006) arbeitet situative Unterrichtsmomente heraus, in denen Erzählungen entstehen. Die Publikation für die Unterrichtspraxis hat jedoch wenige aktuelle wissenschaftliche Referenzen. Sie bezieht sich auf Language-Awareness Ansätze, die den peerbezogenen Austausch über Sprache als ein wichtiges Element des Zweitspracherwerbs betonen. Praxisorientiert Arbeitende, wie der Unterrichtsforscher und Fachdidaktiker Josef Leisen (2017), sehen handlungsbegleitendes und handlungsberichtendes Sprechen für wichtig an, weil Sprachrichtigkeit, Sprachflüssigkeit und Sprachkomplexität unterstützt und der Erwerb der Bildungssprache begünstigt wird. Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht heben Röhner, Blümer, Li, Hopf und Hövelbrinks (2009) peer- und materialbezogene Bedeutungen von Handlungen als Sprechanelässe hervor. Sie arbeiten empirisch heraus, dass sich in den verschiedenen Arbeitsphasen beim naturwissenschaftlichen Experimentieren gute Möglichkeiten der Versprachlichung und Sprachanregung bieten. Sie unterscheiden dazu verschiedene objektbezogene Sprachhandlungen des Erklärens, Benennens und Beschreibens. In dieser Studie kommt bereits die Bedeutung von objektbezogenen Interaktionen für Sprachanelässe zum Ausdruck. Dem wird im Forschungsprojekt weiter nachgegangen. Ausgangspunkt ist ein performatives Verständnis von Lernen im Museum, das bereits in Vorarbeiten herausgearbeitet worden ist. Fokussiert werden interaktive, inszenatorische Prozesse, die dazu führen, dass sich Schülerinnen und Schüler über Lerninhalte verständigen. Das Forschungsprojekt ist einerseits der didaktischen Entwicklung von Lernumgebungen und andererseits der erziehungswissenschaftlichen Grundlagenforschung zum Bildungspotential von Sammlungsobjekten im außerschulischen und schulischen Sachunterricht gewidmet. Adressaten sind Kinder der 3. und 4. Klassenstufe im Sachunterricht, bzw.

„Willkommensklassen“ für geflüchtete Kinder zwischen 8 und 12 Jahren, die über unterschiedliche Deutschkenntnisse verfügen und Sprachunterricht bzw. -förderung erhalten. Die klassischen sachunterrichtlichen Themen *Kartenlesen* und *Kennenlernen von historischem Wandel* werden an Stationen zur deutschen Geschichte im Kontext von historischen Ausgrabungs-, Welt-, Stadt- und Straßenbauplänen verdeutlicht. Die ausgewählten Sammlungsobjekte werden in ihren sozialgeographischen und historischen Bedeutungen in gesellschaftswissenschaftlichen Lernumgebungen erfahrbar gemacht. Das Sachlernangebot soll auch im Landeskundeanteil der Sprachvermittlung in den Willkommensklassen genutzt werden können.

3. Das Sachlernangebot im Deutschen Historischen Museum

Im Sinne von Simone Seitz (2005) und Herbert Gudjons (2008) werden „Lernumgebungen“, d.h. aktivierende didaktische Angebote entwickelt, die Sammlungsobjekte erfahrbar machen. Beispielsweise ist eine Lernumgebung zu Sammlungsobjekten, die aus einer Ausgrabung stammen – teils beschädigte Spielzeuge, ein Tonpferd ohne Kopf und Tonmurmeln – in diesem Sinne gestaltet worden. Diese Lernumgebung bietet Anregungen, darüber zu sprechen, was über Vergangenheit in Deutschland bekannt ist. Der ausgegrabene Hausrat wird in zwei Tastkästen erfahrbar, in denen die kartographierten Grundrisse der Ausgrabungssituation abgebildet sind und die mehrere Kinder gleichzeitig nutzen können. Im Tastkasten kann die Ausgrabungssituation nachempfunden werden. Dies unterstützt Grundschul Kinder dabei, die Ausgrabung zu rekonstruieren und die Spielzeugfundorte auf eigenen Karten zu markieren. Auch die historische Replik des *Behaim Globus* von 1892 (Original aus dem 15. Jahrhundert), der mit Beschriftungen und Malereien versehen ist und die Welt mit nur drei Kontinenten zeigt, verdeutlicht den sich wandelnden Blickwinkel auf die Welt. Das Objekt wird zunächst umfangreich erkundet, was Zeit für ästhetische Erfahrungen schafft. Das auf dem *Erdapfel (Behaim Globus)* gesammelte historische Wissen wird in Form eines Spiels kontrastiv mit einem heutigen Globus erschlossen. Im weiteren Verlauf werden historische Entwicklungen in den Stationen 3 und 4 des Parcours anhand eines Stadtbildes aus dem 17. Jahrhundert verdeutlicht. In einer Zuordnungsaufgabe werden noch bestehende und veränderte Stadtbebauungen sichtbar gemacht. Auch im Kontext einer audiovisuellen Karte zum Ausbau des Straßennetzes im 17. und 18. Jahrhundert wird gezeigt, dass das heutige

Straßennetz und die Autobahnen in Deutschland in einer langen, nicht linearen Entwicklungsphase von Wegbefestigungen, Straßen- und Chausseebau entstanden sind. Abschließend wird in einem ovalen Raum mit Stadt- und Landschaftsplänen des 18. Jahrhunderts den Schülergruppen Konstruktionsmaterial zur Verfügung gestellt, um in Kleingruppen eine Idealstadt mit Parkanlagen zu entwerfen und ihre Arbeitsergebnisse vor den anderen Kleingruppen zu präsentieren. Den sprachbezogenen Präsentationen der Grundschul Kinder kommt besondere Aufmerksamkeit zu, da Vorarbeiten Hinweise darauf geben, dass Rückmeldungen unter Peers eine wichtige Rolle in Lernprozessen einnehmen. Ziel ist es, Kinder zu ermächtigen, Situationen im Museum mitzugestalten und entstehendes Sprachhandeln, zum Beispiel im Kontext der Präsentationen zu selbstgestalteten Arbeitsergebnissen, für die Sprachförderung zu nutzen.

4. Forschungsergebnisse der videoethnographischen Studie

Das Videomaterial von acht Grundschulklassen (sechs Willkommens- und zwei Regelklassen) ist von den drei beteiligten Forschenden der Universität Leipzig zunächst in Bezug auf performative Interaktionen mit Objekten gesichtet worden. Das Material ist dann von den Forschenden mit Memos bearbeitet und in Bezug auf Situationen, in denen Sprachaufforderungen entstehen, betrachtet worden. Besonders viele mit Sprache verbundene Interaktionen sind am Tastkasten zu den Ausgrabungsobjekten und mit den Baumaterialien für eine *Idealstadt* entstanden, die im Folgenden exemplarisch vorgestellt werden.

A) Sprachliche Interaktionen am Tastkasten

Diese Station ist besonders interaktiv, da performative Interaktionen, wie das Tasten nach Ausgrabungsrepliken und Ausgrabungsgrundrissen, mit Kartenlesen auf Ausgrabungskarten verbunden werden. Das Tasten, Suchen und Finden in einer dunklen Kiste führt zu einem Austausch über Emotionen. In der Filmsequenz *Ausgrabung 2* vom 24.01.18 erklärt ein Junge, wozu der Tastkasten, die Ausgrabungspläne und Lageskizzen hilfreich sind. Ein weiteres Kind fragt: „Was ist das?“ Die Objekt repliken, die ein Junge aus dem Kasten herausholt, führen zu Fragen: Wie sind sie gefunden worden? Ist im Tastkasten noch etwas anderes gespürt worden? Die Kinder reden über ihre materiellen Erfahrungen beim Ertasten und Erfühlen von Objekten: „Da ist etwas. Etwas Festes. Feste Erde.“ Sie drücken Erstaunen aus, wenn sie die Grundrissmodelle ertasten: „Da

ist eine Mauer, oder so. Was ist das? Ich kann es nicht nehmen.“ Da ein Junge ein zweites Mal seine Hand in den Tastkasten stecken möchte, diskutieren die Kinder und handeln eine Reihenfolge aus. Die Kinder reden über ihre Erfahrungen beim Ertasten und Erfühlen von Objekten und Grundrissmodellen. In dieser exemplarischen Filmsequenz entsteht in der Lernumgebung ein kommunikativer Gruppenprozess, in dem das Erkunden und die Abstimmung innerhalb der Gruppe reflektiert werden.

B) Sprachliche Interaktionen beim Bauen einer Idealstadt

In einem ovalen, fast geschlossenen Raum werden Stadtplanungen aus dem 18. Jahrhundert mit umfangreichen Gartenanlagen gezeigt. Die historischen Pläne zeigen Anlagen von Idealstädten, zum Beispiel Karlsruhe, das von einem barocken Residenzschloss und strahlenförmig abgehenden Gartenanlagen geprägt ist. Von einem Rollwagen aus können Holzobjekte und Planungsschablonen, die als Modelle für städtische Gebäude und Gestaltungselemente stehen, für Arbeitsphasen und Präsentationen genutzt werden. Diese Lernumgebung wird von Kindern verschiedenen Alters genutzt und bietet eine Aufgabenstellung, deren Schwierigkeitsgrad von den Kindern eigenverantwortlich variiert werden kann. Beispielsweise sprechen die Kinder in einer Filmsequenz darüber, wo welches Element am besten platziert wird. Das Wort „Bäume“ fällt in der videographierten Sequenz sehr oft. Die Kinder nutzen Wörter, um Orte und Anordnungen zu beschreiben. Aus der komparativen Auswertung der in Anlehnung an die Grounded Theory kodierten Filmsequenzen geht hervor, dass viele Kinder die Gegenstände benennen und über Planungsschritte sprechen können.

Tab. 1: Auswertungstabelle (Sprachhandeln) zu dem Datenmaterial der Station Idealstadt:

Filmsequenz	sichtbare Interaktionen	Sprachhandeln (aktive Veränderungen von Situationen)
<i>Bauen 1</i> (1,34 Minuten vom 22.01.2018)	Planungen entwickeln Kritik und Planänderungen	Aushandlungsprozess Abstimmungen in der Gruppe
<i>Bauen 2</i> (3,03 Minuten vom 23.03.2018)	Ideen werden umgesetzt Zustimmung/Ablehnung	Begleitendes Sprechen Loben und Anweisungen geben
<i>Bauen 3</i> (2,57 Minuten vom	Vorschläge machen Planungen entwickeln	Ablehnung zum Ausdruck bringen Ideen konkretisieren und Aufgaben

23.03.2018)		verteilen
<i>Bauen 4</i> (1,57 Minuten vom 24.01.2018)	Stadt präsentieren Bauvorhaben umsetzen	Erklären und auf Nachfragen reagieren Verlängerung der Bauzeit fordern
<i>Bauen 5</i> (4,59 Minuten vom 30.07.2018)	Kommentieren der eigenen Handlungen Streit um Material austragen	Begleitendes Sprechen Auseinandersetzungen austragen
<i>Bauen 6</i> (4,39 Minuten vom 16.12.2018)	Bauvorhaben koordinieren Arbeitsstand erklären	Entscheidungen mitteilen Entscheidungen begründen

Einerseits geht es um die Koordination der Handlungsvorhaben, andererseits sind immer wieder auch verbale Äußerungen notwendig, um Situationen bewältigen und verändern zu können. Sprachhandeln ist in den Situationen der Selbstermächtigung sichtbar, in denen Kinder aufgefordert sind, aktiv zu werden und den Fortgang des Arbeitsprozesses kommunikativ zu gestalten.

5. Perspektiven von Sprachförderung und Sachlernen

Im Datenmaterial kann rekonstruiert werden, dass die Lernumgebungen zu Sammlungsobjekten und die Präsentationen der Arbeitsergebnisse die Kinder anregen, sich auszutauschen, sich mitzuteilen und den gemeinsamen Umgang mit den Gestaltungsaufgaben auszuhandeln. In der Auseinandersetzung mit den Sammlungsobjekten und dem zur Verfügung gestellten Material werden Kinder aktiviert, im Museum zu gestalten und ihre Sichtweisen mitzuteilen, was kulturelle Bildungsprozesse ermöglicht. Die entstehenden Kommunikationsbedürfnisse sind eng an die situativen Handlungsaufgaben gebunden, zu denen Abstimmungen in den Kleingruppen unabdingbar sind. Die Studie ermöglicht das Rekonstruieren von objektbezogenem Sprachhandeln und : und die situativ beobachtbare Kommunikation mit Peers: Insbesondere in Situationen mit Peer-Feedback und bei den im kommunikativen Austausch über Objekte gewonnenen Ko-Konstruktionen der Kinder entsteht Sprachhandeln.

Die im Datenmaterial sichtbaren Impulse, Mitteilungsbedürfnisse und Sprachmotivationen sind situativ an objektbezogenen Handlungen orientiert und auf soziale Kleingruppen bezogen. Diese Sprachhandlungssituationen, die die Erstsprache integrieren und schriftliche Ausdrucksformen vorbereiten, entstehen aus einem Mitteilungsbedürfnis, das nach einer situativen Kommunikation oft nochmals aufgegriffen und weiter ausgeweitet wird. Sie schaffen eine erste an

der Materialität der Lernumgebungen zu Sammlungsobjekten orientierte Verständigung zum Themenfeld, die im schulischen Unterricht mit Rückbezug auf die Objekterfahrungen und die im Museum erzielten Arbeitsergebnisse aufgegriffen werden kann. Die offenen Aufgabenstellungen führen zu unterschiedlichsten Kommunikationsthemen, die Lehrkräften Einblick in Erfahrungshorizonte der Kinder ermöglichen. In allen Filmsequenzen wird verstärkt mit muttersprachlichen Umschreibungen und Wörtern gearbeitet, in den Willkommensklassen mehr als in den Regelklassen. In der Nachbereitung des Museumsbesuchs im Unterricht war zu beobachten, dass die in Sprachhandlungssituationen gewonnene kommunikative Motivation zu weiteren Äußerungen ermutigt, was von der Lehrkraft im Sinne des Scaffoldings gestützt werden kann (Quehl & Trapp 2013). Für viele der Grundschul Kinder ist der Besuch im DHM eine erste Begegnung mit deutscher Geschichte. Es geht um eine Wertschätzung der von Kindern erarbeiteten Präsentationen und um das Artikulieren von subjektiven Bezügen zu Deutschland. Es werden grundlegende Zugänge zu Ausgrabungsobjekten als historische Quellen, zum Wandel von Weltwahrnehmungen und zum Gewordensein von Straßen und Städten thematisiert (Mattenklott 2018). Die Lernumgebungen ermöglichen Eigenaktivität und Autonomieerleben beim Verhandeln und Entscheiden der Gestaltungsthemen. Durch sie werden individuelle, emotionale, kommunikative und ästhetische Zugänge beim Kennenlernen deutscher Geschichte betont. Die Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass individuelle Erfahrungen mit Deutschland und deutscher Geschichte Auseinandersetzungen und Sprachhandeln hervorrufen.³ Sie bieten Ansatzpunkte, landeskundliche Inhalte mit Sprachhandeln kommunikativ zu erschließen und in die aktive Sprachförderung einzubetten.

In den Zuhör- und Erzählsituationen der Idealstadt-Präsentationen kann rekonstruiert werden, dass mit Sprachhandeln, situative Mitteilungsbedürfnisse entstehen, wenn Kinder als Akteure im Museum agieren können. Diese Erfahrungen beim Museumsbesuch können in Nachbereitungsphasen im schulischen Sachunterricht vertieft werden, wobei auch die digitalisierten Sammlungsobjekte der Museen nochmals gezeigt werden können. Die Sprachförderung kann so mit individuellen Unterstützungen und schriftsprachlich weitergeführt werden (Ar-

³ Dies unterstützt die Forderung, kulturalistisch geprägte Landeskundeanteile der Sprachvermittlung zu überarbeiten und Ansätze zu finden, die Partizipationsmöglichkeiten und Vielfalt kultureller Einflüsse in Deutschland berücksichtigen (Haase & Höller 2017).

chie, Rank & Franz 2014). Die Studie zum sprachanbahnenden Sachlernen zu gesellschaftswissenschaftlichen Themenstellungen zeigt Ergänzungen zu einer rein fachsprachlichen Förderung auf, die sich oft nur auf Kinder bezieht, die bereits über umfangreichere Deutschkenntnisse verfügen. Im vorgestellten Projekt werden auch für Kinder mit wenig Deutschkenntnissen mit Handlungen verknüpfte Sprachanlässe ermöglicht. Auch die gewohnten Gesprächspartner in Unterrichtssituationen ändern sich, etwa durch die Präsentationssituation in Kleingruppen. Im Material sind Situationen des Sprachhandelns in wechselnden Gruppen mit vielen beteiligten Schüler*innen rekonstruierbar, die teilweise mehr kommunikative Aktivitäten als in den aufgezeichneten Gesprächen mit begleitenden Erwachsenen aufzeigen. Das Museum kommt als ein eigenständiger kultureller Bildungsraum mit sammlungsbezogenen Kommunikationserfordernissen und -möglichkeiten zur Geltung, wenn die Materialität von Sammlungsobjekten zugänglich wird (Parmentier 2008). Im Kontext des Themas *Kartenlesen*, das zu Interpretationen und handelnden Auseinandersetzungen sowie zur Platzierung von Arbeitsergebnissen anregt, wird deutlich, dass Sprachhandeln besonders in Situationen ermöglicht wird, in denen sachbezogene Aufgaben in Gruppen erarbeitet und vorgestellt werden. Die Lernumgebungen zu Sammlungsobjekten bieten aktivierende Anregungen, die Kinder mit wenigen Deutschkenntnissen ermutigen und ihnen Übergänge in den fachlichen Regelunterricht erleichtern können (u.a. durch Erweiterung des Wortschatzes und dessen Einbettung in Anwendungssituationen). Der Parcours wird als längerfristiges Bildungsangebot des DHM installiert und erste Lehrer*innenfortbildungen sind zum Transfer der Forschungsergebnisse angeboten worden. Diese können dazu beitragen, dass an Grundschulen gesellschaftswissenschaftliche Unterrichtsthemen auch mit wenig Sprache und sprachanbahnend erarbeitet werden. Denn Auseinandersetzungen mit dem materiellen, kulturellen Erbe, das in Museen, nicht nur in den aktuellen Ausstellungen, sondern auch in den umfangreichen Aufbewahrungsräumen gesammelt ist, tragen zur Einübung in grundlegende Kulturtechniken bei. Im Videomaterial kann rekonstruiert werden, dass Kindern in der Auseinandersetzung mit Objekten anthropologische Zugänge zur Verfügung stehen. Diese, wie bspw. der von den Objekten ausgehende Aufforderungscharakter (Norman 1999), können in der Grundschulzeit weiter kultiviert werden. Daher sollten die nicht gezeigten Sammlungsobjekte nicht aus konservatorischen und versicherungstechnischen Gründen verschlossen und nur erwachsenen Spezialisten zugänglich gemacht werden. Gerade in den Museen, die

über umfangreiche Objektbestände in Aufbewahrungsräumen verfügen, ist es wichtig, Wege zu finden, ihre Sammlungen sichtbarer zu machen und für Bildungsprozesse von Kindern zu erschließen. Im Forschungsprojekt wird herausgearbeitet, dass in Sammlungsobjekten Perspektiven auf und Konzepte von Kultur materialisiert sind, durch die eine Motivation zu sprachlichen Äußerungen und Sprachhandeln gefördert werden kann.

Kulturelle Bildung an Grundschulen wird bisher wenig auf die vielfältigen musealen und privaten Objektsammlungen bezogen. In der erziehungswissenschaftlich geprägten Forschung zu Bildungspotentialen von Sammlungsobjekten werden Perspektiven entwickelt, kulturelle Bildung an Schulen in Bezug auf Artefakte oder Sammlungsobjekten zu erweitern. Weitere Forschung ist notwendig, um Chancen und Herausforderungen von längerfristig angelegten Bildungspartnerschaften zwischen Museen und Grundschulen aufzuzeigen.

Literatur

- Archie, C., Rank, A. & Franz, U. (2014): Sprachbildung im und durch Sachunterricht. In: Hartinger, A. & Lange-Schubert, K. (Hrsg.): Sachunterricht – Didaktik für die Grundschule. Berlin, 226-234.
- Becker, J., Beermann, U., Zander, L. & Hannover, B. (2013): Sichtstrukturen im Tanzunterricht. In: Riegel, U. & Macha, K. (Hrsg.): Videobasierte Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken. Münster, 216-232.
- Beese, M. & Gürsoy, E. (2011): „ProDaZ – Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern“. Ein Modellprojekt der Universität Duisburg-Essen und der Stiftung Mercator. In: Hornberg, S. & Valtin, R. (Hrsg.): Mehrsprachigkeit: Chance oder Hürde beim Schriftspracherwerb? Deutsche Gesellschaft für Lesen und Schreiben. Berlin, 206-218.
- Breidenstein, G. (2006): Teilnahme am Unterricht. Ethnographische Studien zum Schülerjob. Wiesbaden.
- Carls, G., Jacob, U. & Pieler, M. (2006): Sprachhandeln. Materialien zum Sprachlernen. Berlin: LISUM.
- Gudjons, H. (2008): Handlungsorientiert lehren und lernen: Schüleraktivierung – Selbsttätigkeit – Projektarbeit. 7. Auflage. Bad Heilbrunn.
- Haase, P. & Höller, M. (Hrsg.) (2017): Kulturelles Lernen im DaF/DaZ-Unterricht. Paradigmenwechsel in der Landeskunde. Göttingen.
- Leisen, J. (2017): Die (Ganztags-)Schule als besonderer Ort der Sprachbildung. In: Maschke, S., Schulz-Gade, G. & Stecher, L. (Hrsg.): Jahrbuch Ganztagschule 2017: Junge Geflüchtete in der Ganztagschule. Integration gestalten – Bildung fördern – Chancen eröffnen. Schwalbach/ Taunus, 39-50.

- Mattenklott, G. (2018): Ästhetik der Stadt – ein Bildungs- und Forschungsfeld in der Grundschule. In: Köster, H. (Hrsg.): Stadtbilder. Perspektiven auf urbanes Leben. Bad Heilbrunn, 147-160.
- Norman, D.A. (1999): Affordance, Conventions and Design. In: Interactions, 6, 3, 38-43.
- Parmentier, M. (2008): Agora. Die Zukunft des Museums. In: Standbein-Spielbein. Museumspädagogik aktuell, 81, 34-40.
- Quehl, T. & Trapp, U. (2013): Sprachbildung im Sachunterricht der Grundschule. Mit dem Scaffolding-Konzept unterwegs zur Bildungssprache. Münster.
- Röhner, C., Blümer, H., Hopf, M., Li, M. & Hövelbrinks, B. (2009): Sprachförderung von Migrant*innenkindern im Kontext frühen naturwissenschaftlich-technischen Lernens. (Abschlussbericht). Wuppertal.
- Seitz, S. (2005): Zeit für inklusiven Sachunterricht. Baltmannsweiler.

Autorinnen und Autoren

Eva Freytag
PH Steiermark, Österreich

Prof. Dr. Hartmut Giest
Universität Potsdam

Christiana Glettler
Pädagogische Hochschule Graz

Peter Holl
Pädagogische Hochschule Steier-
mark

Dr. Claudia Henrichwark
Bergische Universität Wuppertal

Prof. Dr. Astrid Huber
Pädagogische Hochschule Linz

Dr. Stefan Jarau
Pädagogische Hochschule Vorarl-
berg

Pascal Kihm
Universität des Saarlandes

Jun.Prof. Dr.Miriam Kuckuck
Universität Wuppertal

Prof. Dr. Kerstin Michalik
Universität Hamburg

Prof. Dr. Markus Peschel
Universität des Saarlandes

Kerstin Schmidt-Hönig
Pädagogische Hochschule Wien

Prof. Dr. Svantje Schumann
Fachhochschule Nordwestschweiz

Florian Schütte
Humboldt Universität zu Berlin

Sonja Isabel Veith
Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr. Bernd Wagner
Universität Leipzig

GDSU-Journal

ISSN 2196-9191

GDSU-Journal Juli 2021, Heft 11