

Herstellung von Orientierung als ein Anspruch des Sachunterrichts

Wie kann Sachunterricht Kindern in der Grundschule zu Orientierung verhelfen?

Inhalt

1 Ansprüche des Sachunterrichts	1
2 Ziel der vorliegenden Untersuchung und Forschungsmethodik	3
3 Die Analyse von Ausschnitten eines Schulbuchs für den Sachunterricht	3
3.1 Das Schulbuch	6
3.2 Die Analyse des Schulbuchausschnitts	7
3.3 Zwischenfazit	14
4 Die Analyse von zwei Einzelfällen	19
4.1 Konzeption der Einzelfallstudien	19
4.2 Der fachwissenschaftliche Hintergrund des „Verdunstens von Seewasser“	20
4.2.1 Aggregatzustände und Kugelteilchen-Modell	20
4.2.2 Die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen	21
4.3 Die Analyse der Einzelfallstudien	22
4.3.1 Das Gespräch mit S.	22
4.3.2 Das Gespräch mit L.	25
4.4 Zwischenfazit	27
5 Gesamtdiskussion	28
Literatur	30

1 Ansprüche des Sachunterrichts

Ansprüche und die für sie ins Feld geführten Argumente bezüglich dessen, was Sachunterricht in der Grundschule leisten soll oder was mit ihm erreicht werden sollte, werden in der Sachunterrichtsforschung seit Längerem diskutiert. Häufiger wird auf den Anspruch der „Orientierung“ verwiesen, z.B. äußert Kaiser (2006: 3), ein Ziel des Sachunterrichts sei, zur Orientierung der Kinder in der Welt beizutragen, das hieße u.a., am „Gespräch der Erwachsenen“ teilhaben zu können. Pech und Rauterberg schreiben (2013: 50): „In den 1990er Jahren bis heute rückte zunehmend stärker die didaktische Figur in den Vordergrund, dass Inhalte des Sachunterrichts sich darüber legitimieren, ob sie - aus didaktischer Perspektive - als hilfreich angesehen werden, Kinder bei der „Orientierung in der Welt“ zu unterstützen.“ Im Zusammenhang mit der Orientierung wird auch von „Ordnung“ gesprochen. So heißt es bei Pech, Rauterberg und Scholz (2005): „Bildung bedeutet: Sein Verhältnis zur Welt in der Weise in Ordnung zu bringen, die es ermöglicht, begründet eine eigene Position einzunehmen.“ Richter (2002) hebt den Aspekt der Aufklärung hervor und fordert, Sachunterricht solle „über Lebenswelten aufklären“. Kahlert (2002) fordert eine Befähigung zum Erschließen der Umwelt. Orientierung wird allgemein verstanden als Fähigkeit, die es dem Subjekt ermöglicht, sich zeitlich, räumlich und bezüglich seiner Person in seiner Umgebung zu orientieren und ein Bewusstsein der eigenen Identität sowie ein Situationsbewusstsein zu entwickeln, wobei die Wahrnehmung und das handelnde Erschließen als wesentliche Voraussetzungen für den Aufbau eines solchen Bewusstseins angesehen werden.¹ Eine genauere theoretische Fundierung steht noch aus. Die Entwicklung einer eigenen Position oder der Prozess der eigenständigen Bestimmung der Gegenstände des Sachunterrichts lassen es aber zulässig erscheinen, Orientierung zu definieren als ein Teil-Bildungsziel im Sinne des Verständnisses von Bildung als Autonomieentfaltung (vgl. Oevermann, 2008).

Uneinigkeit besteht u.a. hinsichtlich der Frage, ob eine Ordnung und Strukturierung der Welt bei den sich bildenden Kindern hergestellt und eine Orientierung von ihnen erlangt werden kann, wenn ihnen die Welt wissenschaftlich-systematisch erklärt wird oder wenn sie sich ein eigenlogisches Bild von der Welt machen dürfen. Sachunterricht wird im ersten Fall so praktiziert, dass - zumindest dem Anspruch nach - die Welt entlang

¹ URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Orientierung_%28mental%29, Stand 20.05.2015.

Zitationsvorschlag: Geiss, Ralf & Schumann, Svantje: Herstellung von Orientierung als ein Anspruch des Sachunterrichts. Wie kann Sachunterricht in der Grundschule Kindern zu Orientierung verhelfen? In: www.widerstreit-sachunterricht.de, Nr. 21, Oktober 2015 (31 Seiten)

der aktuellen Wissenschaftsordnung vermittelt wird, d.h. als maßgeblich für ein Verständnis der Welt wird deren Ordnung durch die Wissenschaften empfunden. Dabei besteht laut Rauterberg und Scholz (2002) die Gefahr, dass der jeweilige Inhalt hinter einer Vorgabe von Ordnungsmethoden der jeweiligen Wissenschaft verschwindet. Ordnungsprinzipien würden oftmals als gewissermaßen naturgegebene, unumstößliche Fakten dargestellt (z.B. Wasser als H₂O) - das Ordnungsprinzip selbst werde dadurch nie selbst zum Gegenstand von Unterricht, sondern werde dem Unterricht vorausgesetzt. Rauterberg und Scholz (2002) fordern, dass an eine wissenschaftliche Reflexion der Didaktik eines Faches der Anspruch zu stellen sei, derartige implizite Annahmen explizit und damit diskutierbar zu machen. Sie plädieren für einen offeneren Sachunterricht, der die verschiedensten Umgangsweisen mit Natur, die Bilder, die sich Kinder von der Welt machen und die Methoden, mit denen sie zu Bedeutungszuweisungen über ihre Welt kommen, zulässt, der multiperspektivisch ist (zum Anspruch einer multiperspektivischen Didaktik vgl. Baumgartner, Heck & Weber, 2009). Pech und Rauterberg (2013: 28) gehen davon aus, dass die didaktischen Bedeutungen der Sachen erst durch sog. „Umgangsweisen“² in der pädagogischen Situation entstehen. Wenn Sachunterricht Inhalte jedoch eindeutig und ausschließlich bestimmten Fachdisziplinen zuordnen würde, stände nicht mehr die Bedeutungszuweisung im Zentrum der Vermittlung, sondern die Methode, mit der der Apfel beispielsweise der Kategorie der Rosengewächse oder des Kernobstes zugeordnet würde. Laut Rauterberg und Scholz (2003) definiert und differenziert ein modernes Wissenschaftsverständnis Wissenschaften nicht mehr über Gegenstände und Gegenstandsbereiche, sondern über Erkenntnismethoden und Erkenntnisinteressen. Rauterberg und Scholz (2003) kritisieren eine Entwicklung, bei der naturwissenschaftlich basierter Sachunterricht eine in sich geschlossene Ordnung unterstellt und damit ein tendenziell mechanistisches Weltbild. Sie schlagen als Gegenmodell einen Sachunterricht vor, in dem über die Sachen gestritten wird und schreiben: „Dieser Unterricht kennt keine Vermittlung im Sinne einer Lehre über die richtigen Deutungen, die zu lernen sind. Zu lernen ist in diesem Unterricht einerseits die Vielfalt an Deutungsmöglichkeiten und andererseits die Zulässigkeit von Argumenten.“ Fischer (2007: 7) sieht die Notwendigkeit des Anknüpfens von Sachunterricht an den lebensweltlichen Kontext der Kinder und plädiert dafür, dass Sachunterricht von der Fragestellung ausgehen sollte, wie Kinder die Phänomene ihrer Welt als Sache gewinnen und ordnen können. Er plädiert auch für einen Unterricht, in dem deutlich wird, wie sich Theorie und Realität bzw. Gegenstand auf eine für Kinder sinnvolle Weise aufeinander beziehen.

Die Absicht, im Sachunterricht „Erwerbsprozesse“ (Beck, 2001) über Bedeutungen der Welt durch die Kinder zuzulassen oder zu unterstützen, erfordert, dass Kenntnisse darüber vorliegen, wie Kinder zu Interpretationen über die Welt kommen. Bezüglich der Erkenntnis über kindliche Erwerbsprozesse kann aber die interessante Feststellung gemacht werden, dass es nach wie vor ein Forschungsdesiderat gibt. Beck kommt in ihren Untersuchungen zu dem Schluss: „Es fehlt Forschung zu Aneignungs- und Erwerbsprozessen der Kinder. [...] Erwerbsforschung für den Sachunterricht [...] gibt es nicht, ja, sie wird noch nicht einmal als notwendig erkannt. Wenn Forschungsdesiderate zum Sachunterricht aufgezählt werden, wird keineswegs auf die fehlende Erwerbsforschung verwiesen“ (Beck, 2001: 7). Und Beck fordert: „Es wäre wichtig, wenn es als ersten Schritt Dokumentationen von Lernverläufen einzelner Kinder gäbe, die deren Handeln in authentischen oder didaktisch arrangierten Situationen festhalten [...] um neue Vorstellungen entwickeln zu können, wie Kinder sich sachunterrichtlich bedeutsamen Phänomenen nähern und dabei ihre Vorstellungen und ihr Handeln konstruieren. [...] Erst aus derartigen Beobachtungen und Dokumentationen könnten sich dann gezieltere Forschungsvorhaben entwickeln lassen“ (Beck, 2001: 8).

Interessant ist, dass trotz fehlender Kenntnisse über Bildungsprozesse von Kindern seit Jahrzehnten laufend Annahmen verschiedener Denkkollektive bezüglich „guter“ oder „richtiger“ Sachunterrichtskonzepte getroffen werden. Bezogen auf den Anspruch an Orientierung lautete eine verbreitete Annahme in den 1970er Jahren beispielsweise, dass es sinnvoll für Kinder sei zu lernen, die Welt wissenschaftlich-systematisch zu erschließen. Dem Paradigma der Umgangsweisen (s.o.) liegt hingegen „der Gedanke zu Grunde, dass „Erkenntnis“ der Welt und kommunizierbares Wissen über Welt nicht - ausschließlich - gebunden sind an wissenschaftliche Methoden“ (Pech & Rauterberg, 2013: 22).

Ungeachtet fehlender Grundlagenforschung werden Konzepte, die mit entsprechenden Wirksamkeitsbehauptungen versehen werden, entwickelt und in Form von Lehr-Lernmitteln der Praxis empfohlen. Allerdings sind die wenigsten dieser Wirksamkeitsbehauptungen durch empirische Daten genügend untersucht. Und: die Überprüfung, ob Kinder bei bestimmten Vermittlungskonzepten einen Lernzuwachs hatten oder nicht, liefert noch keine Antwort auf die Frage nach dem Erwerb, also danach, wie die Kinder sich etwas angeeignet haben. Es deutet sich an, dass die Forderung von Beck nach einer Grundlagenforschung nach wie vor relevant für die Sachunterrichtsforschung ist.

² Pech und Rauterberg (2013) entwerfen den Gegenstand des Sachlernens also nicht im Sinne fachbezogener Themenfelder, sondern betonen den Bildungswert von Bedeutungszifferungen bzw. -zuweisungen an Gegenständen des Sachunterrichts.

2 Ziel der vorliegenden Untersuchung und Forschungsmethodik

Vor dem beschriebenen Hintergrund und ausgehend von dem Anspruch, dass Sachunterricht Kindern in der Grundschule u.a. zu Orientierung verhelfen soll, wurde die im Folgenden skizzierte Untersuchung geplant und durchgeführt. Für diese Untersuchung muss vorweg klargestellt werden, dass die Fokussierung auf die Orientierung nicht missverstanden werden darf als eine Reduzierung des Bildungsziels. Die vorliegende Untersuchung will mit der Schwerpunktlegung auf die Orientierung lediglich den Rahmen für die Analyse etwas enger setzen und damit eine tiefere Auseinandersetzung mit der Thematik der Orientierung ermöglichen. Auch die Schwerpunktsetzung auf die Bereiche Natur und Naturwissenschaft darf nicht missverstanden werden als Reduzierung des Sachunterrichts, sondern versteht sich als exemplarisches Vorgehen.

Zunächst ein Gesamtüberblick: zunächst werden in einem Schulbuch textliche und graphische Inhalte und Strukturelemente (z.B. Gestaltung der bildlichen Darstellungen, Textgestaltung) untersucht, die im Hinblick auf den Anspruch der Orientierung relevant erscheinen, z.B. einen erwartbar positiven Beitrag zur Entwicklung von Orientierung leisten. Vor dem Hintergrund von Anspruchs- und Erwartungsvorstellungen wird anhand eines im Buch enthaltenen graphischen Schemas zum Wasserkreislauf analysiert, wie Kinder dieses interpretieren. Die (auch unbewussten) Annahmen auf der konzeptuellen Ebene werden so mit einem Realitätsausschnitt konfrontiert. Von der Gegenüberstellung der Ergebnisse beider Untersuchungsteile wird ein Erkenntnisgewinn erhofft.

Zu den einzelnen Untersuchungsschritten: Im ersten Schritt wird der Ausschnitt eines für den Sachunterricht konzipierten Schulbuchs für die Grundschule (das Buch „Pusteblume“ für den MNK-Unterricht in der 3. Klasse, erschienen im Schroedel-Verlag) einer Analyse unterzogen. Diese nicht repräsentative Analyse eines einzigen Schulbuchausschnitts beabsichtigt, explorativ vorgehend auf alle möglichen enthaltenen Strukturen (s.o.) aufmerksam werden zu können, die im weitesten Sinne mit dem Thema „Orientierung als Ziel des Sachunterrichts“ zusammenhängen. Unterstellt wird dabei nicht, dass das Schulbuch bewusst einem wie auch immer theoretisch oder empirisch fundierten Konzept der Orientierung folgt. Erwartet werden kann aber, dass dem Schulbuch ein bestimmtes Weltbild bzw. eine Idee oder Vision zugrunde liegt, dem bzw. der - bewusst oder unbewusst - auch ein bestimmtes Verständnis von der Ordnung der Welt innewohnt.

Diese Analyse führte dazu, dass die Frage, wie Kinder „Sachen“ „tatsächlich“ erschließen, also ob kindliches Erschließen und Buchkonzept widerspruchsfrei zueinander passen, in den Mittelpunkt rückte. Entsprechend wurde im zweiten Schritt anhand eines im Schulbuchausschnitt verwendeten graphischen Schemas zum Wasserkreislauf untersucht, wie Grundschulkinder im konkreten Prozess der Auseinandersetzung mit dem Schema umgingen, ob und wie sie es interpretierten und vor allem, wie sie sich bezüglich des konkreten Phänomens einerseits und der Entwicklung einer Idee bzw. Theorie andererseits verhielten. Diese Untersuchung wurde im Gespräch eines Erwachsenen mit jeweils zwei Grundschulkindern in der Form von Fallstudien realisiert. Es gab also keine geschlossene Aufgabe, sondern die Kinder sollten weitgehend frei zur Graphik assoziieren können, allerdings ergaben sich im Dialog situativ Fragen, die an das Kind gerichtet wurden, und die vor allem darauf fokussierten, die Bedeutung, die ein Kind der Graphik oder ihren Elementen zuwies, zu ermitteln. Die Form des offenen Gesprächs sollte, im Sinne Becks (s.o.) dazu beitragen, möglichst authentische Äußerungen der Kinder erfassen zu können. Die beiden Gespräche reichen nicht aus, um generalisierende Aussagen treffen zu können - ihre Analyse soll explorative empirische Auskunft darüber geben, wie die Kinder das dargestellte Phänomen verstehen und mit ihm umgehen.

Die abschließende Gegenüberstellung der Ergebnisse beider Untersuchungsteile lässt einen Erkenntnisgewinn sowie möglicherweise auch die Generierung von Ableitungen erwarten (beispielsweise in Form von Hinweisen darauf, wie Sachunterricht Kindern in der Grundschule zu Orientierung verhelfen kann).

Als Methode kommt die Objektive Hermeneutik zur Anwendung, die im Gegensatz zu einer subsumierenden Vorgehensweise eine rekonstruktive Methode ist. Sie zielt darauf ab, die typischen, d.h. charakteristischen Strukturen zu erforschender Phänomene zu entschlüsseln und die „hinter den Erscheinungen operierenden objektiven Gesetzmäßigkeiten ans Licht zu bringen“ (Oevermann, 1996: 1). Oevermann et al. stellten 1979 erstmals ein objektiv hermeneutisches Verfahren der Rekonstruktion latenter Sinnstrukturen vor. Seitdem ist die Methode sowohl inhaltlich als auch unter dem Gesichtspunkt forschungsökonomischer Ziele stetig verfeinert und optimiert worden. Das aktuell gültige Verfahren der Textauswertung bei der Objektiven Hermeneutik (als methodisch deutlich von anderen hermeneutischen Verfahren wie z.B. der Tiefenhermeneutik abweichendes Verfahren) wird im Folgenden kurz vorgestellt (einschließlich der wichtigsten Prinzipien und Begriffserläuterungen), um einen wesentlichen Grundsatz der Objektiven Hermeneutik, nämlich die Möglichkeit des Nachvollziehens der Analyseschritte durch eine so transparent wie möglich gestaltete Offenlegung derselben zu gewährleisten.

Auf der Basis der Fragestellung wird über eine sinnvolle Datenbasis nachgedacht. Das Kriterium für die Auswahl der Daten ist die erwartbare Aussagekräftigkeit, d.h. es sind möglichst Protokolle zu erstellen bzw. Informationen zu recherchieren, die besonders typische Ausdrucksgestalten für die im Zentrum der jeweiligen

Forschungsarbeit stehenden und zu rekonstruierenden Fallpraxen darstellen. Gleichzeitig müssen diese einen möglichst hohen Verdichtungsgrad relevanter Strukturen erwarten lassen. Letzteres bedeutet, dass eine Datenrecherche erfolgt, die erwarten lässt, dass sie möglichst viele verschiedene Elemente enthält, die für die Prägnanz der Darstellung des Falles benötigt werden. Das Auftreten von Redundanzen wird so weitgehend vermieden. Aufschlussreich ist außerdem, in wie weit und in welcher Form der Gegenstand selbsterzeugte Daten hinterlassen hat. Aus forschungsökonomischen Gründen sollte eine Beschränkung auf relativ wenig, aber hochrelevantes Material gemäß dem Grundsatz der Totalität (s.u.) erfolgen. Im Gegensatz zu der Vorgehensweise, wenig hochrelevantes Material im Sinne der Totalität zu rekonstruieren, steht die sog. quantifizierende Sozialforschung. Deren Charakteristik besteht darin, dass nicht ins Detail gegangen wird, sondern Standardisierung, Kategorisierung und Routinisierung einerseits eine ökonomische Datenverdichtung ermöglichen, andererseits aber damit eine enorme Impräzisierung einhergeht – „*das Unerwartete bzw. das Neue bleibt dabei i.d.R. unentdeckt.*“³ Wichtig ist für die Objektive Hermeneutik die Beschränkung auf wenige hochrelevante „*Texte*“, die mit entsprechender Gründlichkeit erschöpfend analysiert werden. Für die Technik der Protokollierung empfiehlt sich im Fall von Gesprächen, Interviews und Interaktionen das Aufzeichnen mittels Aufnahmegerät - hierbei gehen keine Daten verloren und die Aufzeichnung ist weder subjektbehaftet noch intelligent und auch nicht standardisiert. Das Mitschreiben enthält immer eine Glättung und Typisierung. Gerade die aufschlussreichen Fehler, Verzögerungsphänomene, Versprecher und sonstige Störungen gehen dabei häufig verloren. Die Mitschrift macht nicht primär selbst Fehler, aber sie geht mit Regelverstößen oder Störungen nicht adäquat um. Eine in der sozialwissenschaftlichen Forschung oft geforderte „*Beobachtung der Beobachtung*“ ist prinzipiell nicht erwünscht. Ein Beobachtungsprotokoll stellt immer eine Mischform aus Datenerhebung und -auswertung dar; Datenerhebung und -auswertung sind dann nicht mehr voneinander trennbar.

Die Gesamtheit an Daten, in denen die sinnstrukturierte menschliche Praxis in allen ihren Ausprägungen erforschbar ist, wird im Sinne der Objektiven Hermeneutik als Ausdrucksgestalt (oder Text bzw. Protokoll) bezeichnet (Oevermann, 1993: 107). Die Objektive Hermeneutik geht von der Existenz sog. Bedeutungsstrukturen aus. Bedeutungsstrukturen sind in sich empirisch, aber abstrakt, d.h. man kann sie nicht mit Sinnen wahrnehmen, also fühlen, riechen, spüren, etc. Objektive Bedeutungsstrukturen sind jene abstrakten Gebilde, die Menschen alle mehr oder weniger genau „*verstehen*“, wenn sie sich verständigen indem sie Texte lesen, Bilder betrachten oder z.B. Ton- und Klangsequenzen hören. Diese Gebilde werden durch bedeutungsgenerierende Regeln erzeugt und gelten unabhängig von der jeweiligen subjektiven Interpretation. Die Objektive Hermeneutik ist ein Verfahren, um diese objektiv geltenden Sinnstrukturen intersubjektiv überprüfbar an konkreten, les-, hör- und sichtbaren Ausdrucksgestalten zu entziffern (Oevermann, 1996: 1). Ein bekanntes Beispiel Oevermanns für die Bedeutungsstruktur ist die Begrüßung: unabhängig davon, wie diese im konkreten Fall z.B. vom Grüßenden subjektiv gemeint war und wie bewusst sich der Grüßende ihre Folgen und Wirkungen gemacht hat, steht dahinter doch immer eine ganz bestimmte Bedeutungsstruktur, die objektiv und damit intersubjektiv überprüfbar ist. Begrüßungen repräsentieren nämlich in einer nahezu reinen Form die elementare Strukturiertheit von Sozialität schlechthin. Eine vollzogene Begrüßung bindet die sich Begrüßenden verpflichtend in einen Zusammenhang wechselseitiger Anerkennung und Fürsorge. Die Objektive Hermeneutik richtet sich primär auf die Rekonstruktion der latenten Sinnstrukturen bzw. objektiven Bedeutungsstrukturen derjenigen Ausdrucksgestalten, in denen sich die zu untersuchende Fragestellung authentisch verkörpert. Dabei erfolgt die Rekonstruktion durch prinzipiell angebbare Regeln und Mechanismen algorithmischer Grundstruktur und ist überprüfbar bzw. aus dem jederzeit wiederereinhbaren Text erschließbar. Der Unterschied zu den Naturwissenschaften besteht einzig darin, dass nicht prinzipiell durch die Sinneskanäle wahrnehmbare, der stochastisch verfassten Welt zugehörige Ereignisse, sondern sinnstrukturierte, prinzipiell sinnlich nicht wahrnehmbare, also abstrakte Gegenstände, nämlich Bedeutungs- und Sinnwelten, untersucht werden.

Bezüglich der Datenauswertung gilt, dass die Objektive Hermeneutik sich nicht als eine Methode des Verstehens im Sinne eines Nachvollzuges subjektiver Dispositionen oder eine Methode des Sich-Einfühlens versteht, sondern beansprucht, eine strikt analytische Methode der lückenlosen Erschließung und Rekonstruktion von objektiven Sinn- und Bedeutungsstrukturen zu sein (Oevermann, 1996: 16; vgl. auch Oevermann et al., 1979: 354). Im Zuge der Datenauswertung wird versucht, von einer konkreten Äußerung beginnend die objektive Bedeutungsstruktur zu rekonstruieren. D.h. es wird nicht von einer bestehenden Theorie ausgegangen und von ihr ausgehend Hypothesen abgeleitet, die anschließend geprüft werden, sondern bei der Analyse des Materials werden Hypothesen bzw. Aussagen generiert. Dahinter steckt auch die Auffassung, dass eine Theorie (oder auch ein theoretischer Begriff) erst in der rekonstruierenden Darstellung einer konkreten Sache seine Gültigkeit erweisen kann. „*Von der Explikation der Strukturiertheit eines konkret gegebenen Falls ausgehend, soll man rekonstruierend zu dem allgemeinen Strukturtyp gelangen, von dem der konkrete Ablauf ein Exemplar darstellt*“ (Oevermann et al., 1979: 355). Einige grundlegende Prinzipien, die für das Verständnis der Datenauswertung mit der Methode der Objektiven Hermeneutik eine besondere Bedeutung haben, sind:⁴

³ Oevermann, 2010, mündlich.

⁴ In Anlehnung an Oevermann (1983), siehe auch die Darstellung in Ziegenspeck (2002).

- Das Totalitätsprinzip: Mit dem Totalitätsprinzip ist nicht die Totalität der Fallbeschreibung gemeint - diese ist unmöglich (es ist unmöglich, einen fliegenden Spatz vollständig zu beschreiben, vgl. Popper, 1993), sondern die sich auf die Fallrekonstruktion beziehende Totalität. Das Totalitätsprinzip bedeutet eine vollständige Bearbeitung dessen, was textlich vorliegt, und dessen „totale“ (d.h. bis ins letzte Partikel) Rekonstruktion. Dieser Vorgehensweise liegt die Auffassung zugrunde, dass alles im Text Enthaltene motiviert ist (im Sinne von: eine Bedeutung hat), also im Interview beispielsweise auch die Versprecher und Pausen. Wenig Material wird also ganz gezielt untersucht: der wenige „Text“ muss nach allen Seiten hin erschöpfend erforscht werden.
- Das Wörtlichkeitsprinzip und das Lesartenprinzip: Es dürfen nur solche Schlüsse gezogen werden, die vom Text erzwungen sind. Interpretationen im Stil „was sein kann“ sind nicht zulässig, also Lesarten, die zwar mit dem Text kompatibel sind, aber nicht zwingend diesen Schluss zulassen. Es dürfen daher nur diejenigen Lesarten expliziert werden, die in der Ausdrucksgestalt noch konkret markiert und von ihr erzwungen sind.
- Das Prinzip der Gültigkeit bzw. der Authentizität: Aus der Beachtung des Prinzips der Gültigkeit bzw. Authentizität folgt, dass das „Authentische“ immer im Text markiert ist, wobei Authentizität nicht gleichbedeutend mit dem „Wahren“ oder einzig „Richtigen“ zu sehen ist - gerade das „Unwahre“ und „Fehlerhafte“ wird als authentisch und somit gültig betrachtet. Das Authentische ist das eigentliche, zu verifizierende Thema, die Primärbedeutung. Bei Texten kann eine Primärbedeutung von einer sekundären Ausdrucksform gerahmt werden, z.B. kann Ironie die sekundäre Rahmung einer Primärbedeutung sein. Diese Rahmung ist ebenfalls authentisch. Gemäß dem Prinzip der Wörtlichkeit muss sie, bei Annahme ihres Gebrauchs, im Text „markiert“, d.h. erkennbar sein. Die bloße Annahme von Rahmungen, ohne dass diese im Text markiert und von diesem erzwungen sind, ist für die Gegenstandserschließung hinderlich und nach der Vorgehensweise der Objektiven Hermeneutik nicht zulässig. D.h., wenn man Ironie nicht im Text herauslesen kann, darf sie auch nicht angenommen werden. Im Zusammenhang mit dem oben erwähnten Entdecken fehlerhafter Strukturen ist anzumerken, dass gerade das Pathologische unter dem Aspekt der Auswertung von Texten mit Hilfe der Objektiven Hermeneutik interessant und reizvoll ist. Ein Versprecher wird auf diese Weise nämlich nicht einfach als Negativismus bzw. Fehlleistung stehen gelassen, sondern es wird mittels der Auswertungsmethode versucht, das Motiv, das hinter dem Fehler steckt, zu finden und mit der Offenlegung des Motivs bereits Hinweise auf Möglichkeiten der Fehlerbeseitigung und Heilung zu finden.
- Das Prinzip der Sequenzanalyse: Grundlegend für die Methode der Objektiven Hermeneutik ist die Sequenzialität, worunter kein triviales zeitliches und räumliches Nacheinander bzw. Hintereinander verstanden wird, sondern die mit jeder Einzelhandlung als Sequenzstelle sich vollziehende Öffnung neuer Optionen oder Schließung vorausgehend eröffneter Möglichkeiten. Es gibt ein Gesamt an Sequenzregeln, durch die an einer je gegebenen Sequenzstelle die sinnlogisch möglichen Anschlüsse erzeugt werden und auch die jeweils möglichen sinnlogisch kompatibel vorausgehenden Handlungen festgelegt sind und entsprechend erschlossen werden können. Diese Erzeugungsregeln bestehen aus algorithmischen Erzeugungsregeln sehr unterschiedlichen Typs: Dazu gehören z.B. ganz elementar die Regeln der sprachlichen Syntax (bei best. Satzanfängen sind die möglichen sinnlogisch kompatiblen Anschlüsse bereits festgelegt), aber auch die logischen Regeln für formale und für material-sachhaltige Schlüssigkeit (Oevermann, 1996: 7). Dieses Gesamt an Sequenzierungsregeln erzeugt an jeder Sequenzstelle jeweils von Neuem einen Spielraum von Optionen und Möglichkeiten, aus denen dann die in diesem Praxisraum anwesenden Handlungsinstanzen per Entscheidung eine Möglichkeit auswählen müssen. Welche Auswahl getroffen wird, darüber entscheiden bestimmte Auswahlmaximen, in die alle Komponenten und Elemente der entsprechenden Lebenspraxis in all ihrer Disponiertheit einfließen (Oevermann, 1996: 7). An jeder Sequenzstelle müssen die jeweils eröffneten Möglichkeiten gedankenexperimentell expliziert werden, bevor nachgesehen wird, welche dieser Möglichkeiten faktisch eingetreten sind. Dadurch nimmt der Sequenzablauf, der sich immer in Abhängigkeit einer bestimmten Lebenspraxis als vollzogene Auswahl bzw. Entscheidung unter den Alternativen ergibt, seine fallspezifische, präzise Kontur und Bedeutung an (Oevermann, 1996: 8). In die Sequenzanalyse ist eine permanente Falsifikation eingebaut: An jeder nächsten Sequenzstelle kann grundsätzlich der Möglichkeit nach die bis dahin kumulativ aufgebaute Fallrekonstruktion sofort scheitern.
- Das Prinzip der Strukturgeneralisierung: Für die Methode der Objektiven Hermeneutik genügt in der Regel für Verallgemeinerungen schon eine relativ geringe Zahl von Fällen. Das hängt damit zusammen, dass jede Fallrekonstruktion eine Strukturgeneralisierung darstellt. Die auf Standardisierung beruhende Generalisierung hat als sogenannten Argumentebereich aufgrund standardisierter Messung oder Klassifikationen erhobene Beobachtungswerte, die bei einer bestimmten Menge von Merkmalsträgern (Stichprobe) erhoben werden. Ihre Beobachtungsreihe besteht also aus Merkmalsträgern, die unter dem vorgewählten Gesichtspunkt von allgemein mess- oder klassifizierbaren Merkmalen konstituiert wurden. Bei der Strukturgeneralisierung verhält es sich dagegen ganz anders: ihr Argumentebereich besteht nicht aus einzelnen beobachteten Messwerten, sondern aus rekonstruierten Sequenzen, die sich aus dem

Zusammenspiel von sinnlogischen Erzeugungsregeln und Auswahlmaximen ergeben. Die Generalisierung lässt sich nach Oevermann (1996: 13f.) dadurch erklären, dass jede einzelne Fallrekonstruktion als solche immer schon eine Strukturgeneralisierung ist, denn ihr jeweils konkretes Ergebnis bildet einen konkreten Fall in seiner inneren Gesetzmäßigkeit ab. Innere Gesetzmäßigkeiten machen aber nur in ihrer Gesamtstruktur ein Individuum aus. Als einzelne Bausteine sind sie oft stark verallgemeinerbar und treffen oft auch für ganze Kollektive zu. Hildenbrand et al. (1992: 21) formulieren dieses Phänomen folgendermaßen: „In der fallrekonstruierenden Sozialforschung wird also der Versuch unternommen, den Einzelfall dialektisch als ‚individuelles Allgemeines‘ zu verstehen, das sich in einem kontinuierlichen Prozess des Werdens (Strukturreproduktion und Strukturtransformation) befindet. Der Einzelfall gilt als Allgemeines insofern, als er sich im Kontext allgemeiner Regelmäßigkeit gebildet hat. Er gilt als Einzelnes insofern, als er sich im Kontext besonderer Bedingungen individuiert hat.“ Außerdem wird bei jeder konkreten Fallrekonstruktion nicht nur der im sequenzanalysierten Protokoll verkörperte Fall zur Explikation gebracht, sondern es werden darüber hinaus weitere Fälle bestimmt, die dieser Fall seinen objektiven Möglichkeiten nach in seiner historischen, kulturellen und sozialen Umgebung prinzipiell hätte werden können, aber nicht geworden ist. Dieses Konzept der „ungeschehenen Geschichte“ (Demandt, 1984) wurde von Musil (1978: 16) auf den Punkt gebracht: „So ließe sich der Möglichkeitssinn geradezu als die Fähigkeit definieren, alles, was ebenso gut sein könnte, zu denken, und das, was ist, nicht wichtiger zu nehmen als das, was nicht ist.“ Außerdem ist jeder untersuchte Fall in eine höher aggregierte Fallstruktur integriert, z.B. eine Person in eine Familie, diese in ein bestimmtes Milieu, dieses in ein bestimmtes gesellschaftliches Subsystem oder System etc. Insofern stellt jede rekonstruierte Fallstruktur eine jeweils konkrete Variante einer einbettenden, übergeordneten Fallstrukturgesetzmäßigkeit dar und liefert eine allgemeine Erkenntnis über sie. Noch eine weitere Art der Generalisierung besteht darin, dass bestimmte Rahmenbedingungen bestimmte Strukturen in sehr großem Maße bedingen. Hat man also die Bedeutung einer bestimmten Situation oder eines bestimmten Problems hinsichtlich ihrer Auswirkung auf eine lebenspraktische Struktur für eine konkrete Person analysiert, besitzt man damit bereits schon eine mit hoher Wahrscheinlichkeit zutreffende generelle Struktur.

Bezüglich der Geltungsbegründung rekonstruktiver Forschung stellt sich u.a. die Frage, wie in der Durchdringung des Einzelfalls vermieden wird, dass man sich in den einzigartigen Besonderheiten dieses Falles verstrickt und dadurch nicht mehr in der Lage ist, verallgemeinerbare Aussagen über die Strukturlogik eines bestimmten Gegenstands oder eines bestimmten Settings abzuleiten. Diese Frage zielt auf das grundsätzliche Verhältnis zwischen dem einzelnen Fall und dem Allgemeinen ab (vgl. Hericks, 2007). Oevermann geht davon aus, dass die Lebensgesetzmäßigkeit einer konkreten Praxis logisch bereits den Status von Allgemeingültigkeit hat, und dass es legitim sei, diese Gesetzmäßigkeit als solche gelten zu lassen, erklärt sie doch die empirisch nachweisbaren Regelmäßigkeiten im Leben einer Praxis und kann sie zu fallübergreifenden Gesetzmäßigkeiten führen (vgl. Oevermann, 2000: 69). Das jeweils in einem Einzelfall rekonstruierte Sprechen und Handeln und die Interaktion von Personen kann dieser Auffassung nach immer auch als Antwort auf eine allgemeine Situation - z.B. ein didaktisches Setting oder Bildungskonzept - angesehen werden. Individuelle Bearbeitungen derartiger Situationen sind individuelle, zugleich aber auch allgemeine Geltung beinhaltende Bewältigungsmuster. Die These lautet, dass die Art und Weise, wie sich Menschen in bestimmten Situationen verhalten, welche Entscheidungen sie darin treffen, wie sie Schwierigkeiten bewältigen und ihre Art, darüber zu sprechen, immer etwas Verallgemeinerungsfähiges über Strukturen zu Tage fördert.

Die Bildung von Lesarten über vorfindbare Strukturen und das Generieren von Fallstrukturhypothesen ist laut Hermeneutik immer angebracht, wenn es darum geht, ein möglichst vielseitiges und detailliertes Bild eines Gegenstandes zu gewinnen. Ein Vorteil der Objektiven Hermeneutik wird darin gesehen, dass man die (nicht auf Theorien basierenden) Auswertungen der Daten (z.B. Texte, Gesprächsprotokolle) unmittelbar mit den theoretischen und schon existenten Modellbildungen konfrontieren kann. Ein rekonstruktionslogischer Ansatz bietet sich immer gerade auch dann an, wenn es bisher ungenügend Kenntnisse über eine Thematik gibt und Modelle weitgehend noch fehlen. In der vorliegenden Untersuchung wurden sowohl die Auseinandersetzung mit dem Schulbuchausschnitt als auch die Gespräche mit den Grundschulkindern in der Art von Einzelfallanalysen ausgewertet. Einzelfallanalysen weisen einen hohen Grad an Präzision auf; Prägnanzverluste werden vermieden. Auf diese Weise wächst die Wahrscheinlichkeit, im Forschungsprozess auf möglichst viele im Prozess potentiell eine Rolle spielende Faktoren und Strukturen aufmerksam zu werden.

3 Die Analyse von Ausschnitten eines Schulbuchs für den Sachunterricht

3.1 Das Schulbuch

Bei dem ausgewählten Arbeitsbuch für Kinder mit der Aufschrift „Pusteblume - Mensch, Natur und Kultur, Das Schulbuch, 3, Baden-Württemberg“ handelt es sich um ein Schulbuch für das Fach „Mensch, Natur und Kultur“. Der Fächerverbund „Mensch, Natur und Kultur“ versteht sich als Vernetzung der früheren Fächerverbünde

Heimat- und Sachunterricht und der Fächer Musik, Bildende Kunst und textiles Werken und beinhaltet philosophische Zugänge. Der Unterricht wird themenorientiert gestaltet.⁵

Das Schulbuch ist für die dritte Grundschulklasse konzipiert. Ein Autorenteam, bestehend aus mehr als acht Autoren, hat das Buch, das 196 Seiten umfasst, geschrieben. Es ist im Schroedel-Verlag im Jahr 2011 erschienen. Das der vorliegenden Untersuchung zugrundeliegende Buch ist für das Bundesland Baden-Württemberg bestimmt; vom Schroedel-Verlag werden aber auch Ausgaben für die Bundesländer Hamburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Saarland und Schleswig-Holstein angeboten.

Das Buch enthält die zehn farblich markierten Themenbereiche „Wer bin ich - was kann ich“, „Ich - du - wir“, „Kinder dieser Welt“, „Raum und Zeit“, „Heimatliche Spuren“, „Mensch, Tier, Pflanze“, „Natur macht neugierig“, „Erfinder, Künstler und Komponisten“, „Energie, Materialien, Verkehrswege“ und „Der Computerkurs“, zu denen jeweils vier bis 16 Unterthemen angegeben werden. Laut Aussage des Verlags sind alle Themen so konzipiert, dass die Lehrkräfte Themen nach ihren Interessenschwerpunkten und Planungskriterien auswählen und die Reihenfolge der Themen selbst festlegen können.⁶ Zusätzlich zum Arbeitsbuch für Schülerinnen und Schüler gibt es auch sog. Lehrermaterialien, die laut Verlag zusätzliche Sachinformationen und Kopiervorlagen für Arbeitsblätter enthalten sowie die dazugehörigen Lösungen.

Auf der Homepage des Schroedel-Verlags wird die Reihe „Pustebäume, Arbeitsbücher für den Sachunterricht“, unter der Überschrift „Pustebäume - Lernerfolg von allen Seiten“ mit folgenden Worten beworben: „Differenziert unterrichten und vernetzt lernen - die neue Pustebäume garantiert sowohl Sicherheit als auch Flexibilität für den Lernerfolg aller Kinder. Überzeugen Sie sich selbst!“⁷

Für die angestrebte Analyse wurden zwei Doppelseiten aus dem Kapitel „Natur macht neugierig“ ausgewählt (die Seiten 126/127 und 128/129). Die Frage nach der Art und Weise, wie das Buch - bewusst oder unbewusst - versucht, Kindern eine Orientierung zu ermöglichen, wird damit nur auf einen sehr engen Ausschnitt bezogen; dieser wird dafür feinanalytisch betrachtet. Der Themenbereich „Natur macht neugierig“ ist im Buch „Pustebäume, Das Schulbuch. 3“ in folgende Unterkapitel gegliedert: „Ideenkiste: Licht“, „Wasser kann sich verwandeln“, „Wasser geht nicht verloren“, „Kein Leben ohne Wasser“, „Mischen, lösen, trennen“, „Wir messen Temperaturen“, „Werkstatt: beobachten und experimentieren, wir messen und vergleichen Wassertemperaturen“, „Schutz vor Kälte und Sonne“, „Wärme und Kälte“, „Flüssig und fest“, „Das Wetter“, „Wir beobachten das Wetter“, „Die Moldau“, „Feuer, Wasser, Luft“ und „Kunst-Stoffe“.

Für das Themenfeld „Natur macht neugierig“ werden im Bildungsplan als zu erreichende Kompetenzen in diesem Themenbereich u.a. genannt: staunen über Naturphänomene, Naturphänomene gezielt wahrnehmen, einfache Experimente durchführen, Naturerfahrungen miteinander vergleichen und ordnen und Regelmäßigkeiten aufspüren; als zu vermittelnde Inhalte werden u.a. genannt: Umgang mit Gegenständen aus dem Alltag, spielerischer und experimenteller Umgang mit Naturmaterialien, Vergleich nach Ordnungsgesichtspunkten der Kinder und Materialeigenschaften, Natur und Naturphänomene aus dem Erfahrungsbereich der Kinder und Veränderungen in der Natur.⁸ Der aktuelle Bildungsplan für Grundschulen in Baden-Württemberg versteht sich als „kompetenzorientiert“. Die vorgegebenen Kompetenzen legen fest, was Schülerinnen und Schüler am Ende der Klassen 2 und 4 können sollen.

3.2 Die Analyse des Schulbuchausschnitts

Analysiert wird der Ausschnitt im Folgenden sequenzweise; dargestellt werden die Ergebnisse der mittels Objektiver Hermeneutik generierten Analyse. Der jeweiligen Darstellung⁹ folgt die Analyse. Zunächst wird die mit der Überschrift „Wasser kann sich verwandeln“ versehene Doppelseite aus dem Kapitel „Natur macht neugierig“ analysiert. Anschließend wird die mit der Überschrift „Wasser geht nicht verloren“ versehene Doppelseite analysiert.

Die erste Doppelseite (Überschrift: „Wasser kann sich verwandeln“) aus dem Schulbuch behandelt das Thema „Aggregatzustände des Wassers“. Die kinetische Theorie der Materie besagt, dass bei Übergängen zwischen den Aggregatzuständen keine neuen kleinsten Teilchen gebildet werden - es ändert sich lediglich die mittlere Bewegungsenergie der kleinsten Teilchen. Gemäß dieser Theorie handelt es sich bei Eis, Wasser und Wasser-Gas immer um denselben Stoff - er liegt lediglich in einem jeweils anderen Zustand vor. Je nach Stoff verändern sich zwar einige Eigenschaften auf charakteristische Weise, z.B. die Dichte; andere Eigenschaften, wie z.B. die Lage des Schmelz- und Siedepunktes, verändern sich hingegen nicht.

⁵ Vgl. URL: http://www.bildung-staerkt-menschen.de/schule_2004/bildungsplan_kurz/grundschule, Stand 03.07.2014.

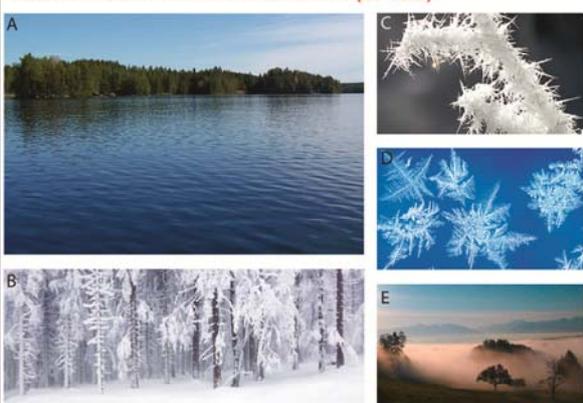
⁶ URL: http://www.schroedel.de/artikel/Pustebäume-Das-Arbeitsbuch-Sachunterricht-Allgemeine-Ausgabe-2009-Arbeitsbuch-3-und-4/978-3-507-46230-4?via_r=PUBL08AA, Stand 03.07.2014.

⁷ URL: <http://www.schroedel.de/reihe/Pustebäume-Das-Arbeitsbuch-Sachunterricht-Allgemeine-Ausgabe-2008-fuer-die-flexible-Eingangsstufe/PUBL08FLEX>, Stand 03.07.2014.

⁸ Vgl. URL: http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Grundschule/Grundschule_Bildungsplan_Gesamt.pdf, Stand 03.07.2014.

⁹ Anm. d. Verf.: Aufgrund der nicht erteilten Abdruckgenehmigung wurden die jeweiligen Buchseiten skizzenartig nachgestellt.

Wasser kann sich verwandeln (S. 126)



In der Natur kannst du Wasser in verschiedenen Formen wahrnehmen. Im Winter, wenn es sehr kalt ist, frieren Seen und Teiche zu. Das zuvor flüssige Wasser erstarrt dann zu Eis. Sobald es wärmer wird, schmilzt das Eis und verwandelt sich wieder in Wasser. Wenn es im Sommer mehrere Tage sehr heiß war, verändert sich die Wassermenge in unseren Seen und den Teichen. Durch die Hitze ist das Wasser unsichtbar in die Luft verdunstet.

Wasser kommt in der Natur in drei Zustandsformen vor. Es kann flüssig, fest oder gasförmig sein. Wasser im gasförmigen Zustand ist nicht sichtbar.

- 1 Beschreibe die Abbildungen. Welche Zustandsformen des Wassers erkennst du?
- 2 Schau die drei Bilder genau an.
- 3 Beschreibe wie sich der Teich im Laufe des Jahres verändert hat. Erkläre die Veränderung.

Teich ist zugefroren. (Abb.: gezeichnet)

1 Winter

Enten schwimmen im Teich. (Abb.: gezeichnet)

2 Frühling

Kinder baden im Teich. (Abb.: gezeichnet)

3 Sommer

Wasser in gasförmigem Zustand ist unsichtbar in deiner Atemluft enthalten. Durch den Kontakt mit einer kalten Oberfläche, hier ist es ein Spiegel, wird das gasförmige Wasser wieder flüssig und sichtbar. Der Übergang des Wassers von der gasförmigen in die flüssige Zustandsform wird Kondensieren genannt.

Versuch 1

- 1 Nimm einen Handspiegel und hauche ihn an. Beobachte die Oberfläche des Spiegels. Wiederhole dieses mehrmals.
- 2 Erkläre, was mit dem Wasser auf dem Spiegel passiert.

Abb. Foto: Ein Mädchen haucht gegen einen Handspiegel.

Abb. Foto: Das Mädchen zeichnet mit dem Finger Buchstaben auf die Fläche des kondensierten Wassers.

Versuch 2

Abb. Foto: Zwei mit Wasser gefüllte Schalen sind zu sehen. Eine der Schalen ist in einen durchsichtigen Kunststoff-Beutel eingepackt.

Du brauchst: zwei Schalen, die gleiche Menge Wasser, eine Plastiktüte mit Verschluss.

- 1 Fülle zwei Schalen mit der gleichen Menge Wasser. Stelle eine Schale in einen Plastikbeutel und verschließe ihn. Stelle beide Schalen in die Sonne oder in die Nähe einer Heizung. Lass die Schalen drei Tage lang stehen.
- 2 Vermute, was mit dem Wasser in den Schalen passieren wird.
- 3 Beobachte den Versuch über einen Zeitraum von drei Tagen. Notiere deine Beobachtungen und skizziere sie.

Versuch 3

Abb. Foto: Ein mit Wasser gefüllter Teller und ein mit Wasser gefülltes Trinkglas sind zu sehen.

Du brauchst: einen Teller, ein Glas Wasser, einen wasserfesten Stift.

- 1 Fülle in beide Gefäße die gleiche Menge Wasser und stelle sie in die Sonne oder in die Nähe einer Heizung. Markiere mit einem wasserfesten Stift den Wasserstand.
- 2 Vermute, wie lange es dauert, bis das Wasser im Teller und im Glas verdunstet wird.
- 3 Beobachte den Versuch täglich. Schreibe jede Veränderung auf und skizziere deine Beobachtung.

Abbildung 1: Skizzenhafte Nachstellung der Seiten 126 und 127; Vorlage: Pustebly - Mensch, Natur und Kultur, Das Schulbuch, 3, Baden-Württemberg. 2011, Schroedel-Verlag, ISBN Cornelsen Verlag 2004, ISBN 978-3-507-42922-2. Kapitel „Natur macht neugierig“, Doppelseite „Wasser kann sich verwandeln“.

Der Titel „Wasser kann sich verwandeln“ und auch entsprechende Aussagen im Fließtext - dort steht z.B.: „Sobald es wärmer wird, schmilzt das Eis und verwandelt sich wieder in Wasser“ - können ein Fehlkonzept begünstigen, weil „verwandeln“ eine Wesensänderung bzw. -veränderung suggerieren kann. An anderen Stellen auf der vorliegenden Seite wird dann aber gerade nicht der Wandel, sondern die Konstanz hervorgehoben; so heißt es im Fließtext an einer Stelle „Wasser kommt in der Natur in drei Zustandsformen vor. Es kann flüssig, fest oder gasförmig sein“. Es wird sprachlich nicht deutlich, worin einerseits die Konstanz und andererseits der Wandel bestehen.

Zum Fließtext lässt sich generell sagen, dass er viele Informationen enthält. Es lässt sich die Frage stellen, ob Länge und Inhalt des Textes geeignet sind, um Kinder der dritten Klasse für das Thema „Aggregatzustände“ zu motivieren und ihrer Neugier Nahrung zu geben. Es werden im Text vor allem Fakten aufgezählt - eine Frage wird jedoch weder aufgeworfen noch wird sie erkennbar durch den Text hervorgerufen bzw. nahegelegt. Wird der Anspruch des Kapitels - der Titel lautet „Natur macht neugierig“ - eingelöst?

Bei den dargestellten Fotos (S. 126) fällt auf, dass zumindest Bild E nicht prägnant ist. Es könnte sich dabei z.B. um Raureif auf einem Acker handeln oder um das Ufer eines zufrierenden Sees. Unterstellt man, dass alle drei Zustandsformen (fest, flüssig, gasförmig) sowie die entsprechenden Übergänge gezeigt werden sollten, müsste man annehmen, dass hier Verdunstung gezeigt werden soll, denn Verdunstung wäre derjenige Übergang, der sonst gar nicht bildlich dargestellt wäre. Bild E ist aber kaum als festgehaltener Eindruck eines Verdunstungsvorgangs zu interpretieren. Unklar ist, ob die Mehrzahl der Kinder in der Grundschule die Bilder, auf denen Eiskristalle abgebildet sind, erkennen könnten oder nicht. Hier spielt sicher die Erfahrung, auf die Kinder mit dem Phänomen „Eiskristalle“ zurückgreifen können, eine Rolle.

Eine Schwierigkeit im Fall des Verdunstens besteht darin, dass Wasser im gasförmigen Zustand nicht sichtbar ist und daher allenfalls das meist kurz nach dem Verdunsten in entsprechend kühler Umgebung wahrnehmbare Kondensieren bildlich festgehalten werden könnte. Auch für den Topf mit kochendem Wasser gilt, dass das aufsteigende Wassergas nicht sichtbar ist. Der sichtbare Nebel, den auch viele Erwachsene für den gasförmigen Zustand von Wasser halten (umgangssprachlich wird ja auch vom „Verdampfen“ gesprochen, wobei dieses Wort eher Nebel als etwas Unsichtbares suggeriert), ist das schon wieder kondensierte Wasser. Das nicht sichtbare Wassergas muss geglaubt werden. Die Theorie, die sich in den Naturwissenschaften über Generationen hinweg bezüglich Gasen entwickelt hat, versucht, eine tragfähige Vorstellung für dieses Nicht-Sichtbare zu liefern. Gemäß dieser Vorstellung besteht das Volumen, welches von einem Gas eingenommen wird, vor allem aus

leerem Raum und wenigen kleinsten Teilchen. Zwischen den kleinsten Teilchen der idealen Gase wirken keine Anziehungskräfte, obwohl diese Kräfte weiterhin existieren (kinetisches Modell der Materie).

Die Übergangsprozesse (erstarren, schmelzen, verdampfen, kondensieren, sublimieren, resublimieren) sind sinnlich ohnehin kaum wahrnehmbar; am ehesten kann ein Vergleich im Sinne „Stoff vor dem Übergang, Stoff nach dem Übergang“ beobachtend angestellt werden. Dies würde eine Vorgehensweise erfordern, bei der die Dynamik erlebt wird, indem man den Zustand eines Stoffes während des Übergangs zu verschiedenen Zeitpunkten genau beobachtet, z.B. eine Pfütze über längere Zeit beobachtet und dokumentiert, um z.B. Verdunstungsprozesse erlebbar zu machen, oder einen Topf mit Wasser beim Erwärmen und Kochen beobachtet, oder, bezogen auf den Übergang vom flüssigen in den festen Zustand, eine Schale mit Wasser ins Gefrierfach stellt und zu verschiedenen Zeitpunkten betrachtet. Es entsteht die Frage, ob es für Grundschulkinder evtl. sehr wichtig sein könnte, dass Phänomene dynamisch dargestellt oder sogar erlebt, erfahren werden. Auf der vorliegenden Seite zeigen die Bilder jedenfalls statische Zustände. Im Fließtext ist die Dynamik thematisch, jedoch wird sie „doziert“. Wäre es, damit Grundschülerinnen und Grundschüler eine Vorstellung von den Zustandsänderungen entwickeln können, sinnvoller, z.B. ein Pfützentagebuch¹⁰ mit ihnen zu führen?

Im unteren Abschnitt der Seite ist eine Bildfolge dargestellt und dazu die Aufgabe gestellt. Die Aufgabe gibt vor, den Bildern die Begriffe „gasförmig“, „fest“ und „flüssig“ zuzuordnen. Gleichzeitig werden die Begriffe, bedingt durch die Vorgaben, mit den Jahreszeiten „Frühling“, „Sommer“ und „Winter“ in Beziehung gesetzt. Dargestellt werden die Eisfläche auf einem See, der See im Sommer mit hohem und mit niedrigem Wasserpegel. Festgestellt werden kann, dass es sich bei der Aufgabe um den Auftrag einer Zuordnung handelt. Eine Zuordnung kann nur vorgenommen werden, wenn die Person, die etwas zuordnen soll, bereits weiß, welche Zuordnung richtig ist, wenn sie über das entsprechende Wissen schon verfügt und nicht instruktionsbedürftig ist. Es lässt sich also fragen, ob diese Aufgabe einen Mehrwert im Sinne eines Erkenntnisgewinns besitzt. Die Aufgabe fordert jedenfalls nicht erkennbar zum Nachdenken über ein Problem heraus. Anders wäre es der Überlegung nach, wenn Fotos von Pfützen mit mehr oder weniger Wasser dargestellt wären und überlegt werden könnte, was jeweils von einem Foto zum anderen Foto geschehen sein könnte. Dann gäbe es ein lösungsbedürftiges Problem und müssten die wahrgenommenen Veränderungen auf plausible Weise erklärt werden. Und trotzdem scheint es so zu sein, dass auch eine solche Darstellung Erfahrung nicht ersetzen könnte. In Bezug auf die Bildfolge fällt noch ein weiterer Aspekt auf, und zwar, dass eine Schwierigkeit beim Thema „Wasser und Aggregatzustände“ ist, dass Wasser sich ja gerade anders als andere Stoffe verhält. Wasser ist einer der wenigen Stoffe, die eine fest-flüssig Dichte-Anomalie aufweisen (flüssiges Wasser ist dichter als der Feststoff, das Eis).

Auf der der bisher analysierten Seite gegenüberliegenden Seite wird zum einen das Kondensieren erläutert und mit Hilfe eines Versuchs - der erst als Demonstrationsversuch, dann als selbst durchzuführender Versuch, also als Schüleraufgabe, dargestellt wird - veranschaulicht. Zum anderen wird auf den Vorgang des Verdunstens eingegangen. Hierzu werden zwei Versuche vorgeschlagen: zum einen der Vergleich des Verdunstungsvorgangs zwischen einer mit Wasser gefüllten Schale und einer in Plastik eingewickelten mit Wasser gefüllten Schale, zum anderen der Vergleich des Verdunstungsvorgangs zwischen einem mit Wasser gefüllten Teller und einem mit Wasser gefüllten Glas.

Der Demonstrationsversuch, mit dem der bisher nicht erwähnte Prozess des Kondensierens eingeführt wird, wird in Form einer Darstellung, bestehend aus zwei Fotos und einem Text, präsentiert. Auf dem ersten Foto ist ein Mädchen zu erkennen, das das Gesicht nahe an einen großen Spiegel hält; auf dem Spiegel ist eine matte Fläche zu sehen, das Kondenswasser. Auf dem zweiten Foto steht das Mädchen mit dem Finger den Spiegel anfassend vor diesem. Beide Fotos sind relativ klein und die Details sind nur schwer zu erkennen. Das Wort „beschlagen“ wird im dazugehörigen Text nicht verwendet. Es kann aber vermutet werden, dass „beschlagen“ dasjenige Wort ist, das Kinder in der betreffenden Alters- und Entwicklungsstufe in ihrem Wortschatz viel eher vorrätig haben als das Wort „kondensieren“. Gefragt werden kann, warum das Fachwort verwendet wird und nicht der alltagssprachliche Ausdruck, oder zumindest nicht der Fachausdruck mit dem alltagssprachlichen erklärt bzw. in Beziehung gesetzt wird. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass auf der Seite 126 von „schmelzen“ die Rede ist, aber nicht von „tauen“, dafür aber für das Festwerden sowohl das Wort „frieren“ als auch „erstarren“ verwendet wird. Gerade in Bezug auf die Aggregatzustandsveränderungen des Wassers werden im Alltag, weil Wasser in diesem eine große Rolle spielt, in der Regel nicht wissenschaftliche, sondern alltagssprachliche Ausdrücke verwendet: tauen statt schmelzen, beschlagen statt kondensieren, verdampfen statt verdunsten, frieren statt erstarren. Unklar ist, ob das Buch den Kindern die wissenschaftlichen Begriffe beibringen oder an die Alltagssprache anknüpfen möchte; aus beiden Feldern werden Begriffe verwendet, aber es ist keine auf eine bestimmte Orientierung bezogene Absicht erkennbar.

Der Fließtext liefert Fakten zu den beiden Fotos, z.B. steht darin „Wasser in gasförmigem Zustand ist unsichtbar in deiner Atemluft enthalten“. Der Text hat tendenziell Behauptungscharakter. Zusammenhänge mit

¹⁰ Im Falle eines Pfützentagebuchs könnte z.B. das Entstehen von Pfützen, ihr Ausmaß und die Veränderung von Form und Ausmaß über die Zeit dokumentiert werden.

den vorher behandelten Inhalten werden nicht hergestellt - z.B. wäre es denkbar, die auf der vorangegangenen Buchseite angedeutete Korrelation „gasförmig“ und „Sommer“ bzw. „Sonne“ mit der Korrelation „gasförmig“ und „warm“ in der Mundhöhle in Beziehung zu setzen. Die Aufmachung des Textes lädt nicht dazu ein, die gegebenen Fakten zu hinterfragen oder eigene Fragen zu formulieren. Sie verführt tendenziell eher zu einem kritiklosen Konsumieren von Informationen. Spannende Fragen, wie z.B. „Warum ist die Mundhöhle immer so feucht?“, „Handelt es sich bei der Feuchtigkeit um Wasser oder um Speichel?“, „Ist beides identisch?“, „Wenn nicht, worin besteht der Unterschied?“, „Was hat Speichel überhaupt für eine Funktion?“ etc. werden nicht aktiviert.

Schließlich entsteht auch die Frage, warum die als „Versuch 1“ gekennzeichnete, sich anschließende Aufgabenstellung angeführt wird und dazu ein Foto abgebildet wird, bei dem man einen Jungen mit einem Handspiegel in der Hand sieht, der den Mund ein wenig geöffnet hat. Die Aufgabenstellung fordert dazu auf, den oben angegebenen Demonstrationsversuch selbst noch einmal zu wiederholen. Statt des Fotos und der Aufgabenstellung hätte auch der Satz „Mache nach, was das Mädchen vor dem Spiegel tut“ gereicht. Die Aufgabenstellung fordert im ersten Schritt zum Beobachten auf. Der zweite Teil lautet: „Erkläre, was mit dem Wasser auf dem Spiegel passiert“. Statt zu versuchen, den Vorgang des Kondensierens zu beobachten, soll erklärt werden, was mit dem Wasser passiert - fokussiert wird damit wieder der Verdunstungsvorgang. Unklar ist auch, was an dieser Stelle unter einer Erklärung verstanden wird - sollen die richtigen Bezeichnungen von den Kindern gebraucht werden und mit ihnen beschrieben werden, was man sieht? Oder ist die Absicht der Frage, dass die Kinder eine Idee, also Theorie, bezüglich der Verdunstung entwickeln? Bezüglich der Fähigkeit von Drittklässlern, Theorien zu entwerfen, geht die wissenschaftliche Meinung weit auseinander - einige Denkkollektive halten diese Fähigkeit für gegeben, andere gehen, vor allem in Rückbezug auf Piaget, davon aus, dass Drittklässler nur sehr eingeschränkt in der Lage sind, in einem abstrakt-logischen Modus zu denken.

Zweiter und dritter Versuch, beide haben den Prozess des Verdunstens zum Inhalt, sind tendenziell künstlich didaktisch konstruiert in dem Sinn, dass es keine Versuche sind, die „nah am Alltag“ oder direkt aus ihm entliehen sind. Das Moment der Künstlichkeit zeigt sich bereits darin, dass es sehr schwer wäre, einen plausiblen Grund zu finden, weshalb man im Alltag eine Schüssel Wasser in eine Plastiktüte verpacken und stehen lassen sollte. Es lässt sich an dieser Stelle darüber nachdenken, ob und ggf. wann künstliche Situationen in der Primarstufe gerechtfertigt erscheinen. Ein Grund für den Zugriff auf ein künstliches Setting könnte z.B. sein, dass sich ein natürlicher Vorgang in der Natur selbst nur schwer beobachten lässt. Im dargestellten Fall verhält es sich allerdings so, dass sofort auf eine ganze Vielzahl von Phänomenen zurückgegriffen werden könnte, die natürlicher Art und der Beobachtung problemlos zugänglich sind, z.B. die Pfütze. Es lässt sich kein Grund finden, weshalb man diese Ebene des Alltagskontextes verlassen muss und was ggf. ein Mehrwert des künstlichen Settings wäre.

Interessant ist, dass die Ergebnisse der beiden Versuche nicht dargestellt werden und nicht aufgezeigt wird, wie sie sich auswerten lassen, so dass sie für einen Denkprozess über das Phänomen Verdunsten genutzt werden können. Warum wird ein solcher Inhalt den Kindern vorenthalten? Gehen die Buchautoren davon aus, dass die Kinder selbst in der Lage sind, diese Schritte zu leisten? Oder soll ein Gespräch über die Auswertung im Klassenraum erfolgen? Was sind jeweils die didaktischen Annahmen - und auf welches Bildungsverständnis stützen sie sich?

Die Versuche wurden der naheliegendsten Annahme nach konstruiert, um für die Gesetzmäßigkeit und Theorie des „Verdunstens“ dazugehörige Repräsentanten dieser Gesetzmäßigkeit in Form von konkreten Phänomenen zu liefern. Die Frage ist, ob die Kinder dadurch, dass sie diesen Versuch durchführen, dieselbe Gesetzmäßigkeit und/oder Theorie aus ihrem Tun ableiten, die die aktuelle Wissenschaft für sie parat hält, oder ob die Versuchsdurchführungen für die Kinder völlig unabhängig von der Existenz solcher Theorien möglich sind, weil sie nur das ganz Konkrete in ihrem Handeln wahrnehmen und für sie aus diesem Handeln keine Notwendigkeit zum Entwurf einer Theorie entsteht oder weil sie in ihrer Alters- und Entwicklungsstufe noch gar nicht in der Lage sind, abstrakt-logisch zu denken (s.o.). Auch hier kann überlegt werden, ob das Beobachten von Verdunstungsprozessen in nicht konstruierten Situationen dem didaktisch-virtuell konzipierten Setting überlegen sein könnte. Wären „authentische“ Phänomene, z.B. Pfützen, als Gegenstand vielleicht eher in der Lage, Kinder zum Nachdenken über Gesamtzusammenhänge anzuregen? Vielleicht könnten sich aus einer Aufmerksamkeit für Kontextbedingungen (wo gibt es Pfützen, wann gibt es Pfützen, wann sind Pfützen klein, wann groß etc.) Fragen ergeben und evtl. erste vage Ideenbildungsansätze entstehen? Aber selbst dann ist fraglich, ob Kinder in der dritten Grundschulklasse ein Interesse und die Fähigkeiten haben, selbst eine Theorie über den Verdunstungsprozess zu entwickeln.

Diskutiert wird manchmal die Frage, ob die Dauer eines solchen Verdunstungsversuchs, wie er im Buch dargestellt ist, die Kinder überfordern würde, weil er sehr lange dauert und sie die Geduld und Aufmerksamkeitsspanne dafür nicht mitbringen. Lück behauptet in Bezug auf die Beobachtung von jahreszeitlich bedingten Phänomenveränderungen, dieses Abwarten überfordere Kinder. Sie schreibt: „Nach dem Einpflanzen der Zwiebel muss das Kind - bei allem Handlungsdrang - in der Beobachterrolle verharren und

zahlreiche Kaulquappen haben das Froschstadium niemals erreicht, weil ungeduldige Kinderhände ‚mitmachen‘ wollten...“ und fügt in einer Fußnote hinzu: „Zudem hat die belebte Natur gegenüber der unbelebten Natur das Problem der jahreszeitlichen Abhängigkeit. Die einmal entwickelte Tulpe lässt sich nicht mehr in eine Zwiebel zwingen und ihr Wachstum sich möglicherweise auch nicht mehr wiederholen, da die Jahreszeit inzwischen weiter fortgeschritten ist“ (Lück, 2003: 15). Lück legt nicht offen, welche Bildungstheorie oder -annahme sie ihren Äußerungen zugrunde legt. Eine Bildungstheorie, die davon ausgeht, dass Kinder im Grundschulalter sehr geduldige Beobachter sind und sich quasi naturwüchsig im Sinne der „Bildung als Krise der Muße“ bilden, ist die von Oevermann (1996). Gemäß Oevermanns Theorie ließe sich sogar die Behauptung aufstellen, dass die Ermöglichung oder das Zulassen aller möglichen Formen langsamen, geduldigen Beobachtens Bildungsprozesse von Kindern in besonderem Maße begünstigt.

Unklar ist, warum auf der betrachteten Seite nur das Kondensieren und das Verdunsten behandelt werden, die anderen Übergänge - schmelzen und erstarren - jedoch nicht. Operiert dahinter eine bestimmte didaktische Annahme? Wie begründet sich diese Beschreibung ausgewählter Zustandsänderungen? Wird beispielsweise davon ausgegangen, dass der Lernstoff zu umfangreich ausfällt, wenn man alle Zustandsänderungen behandelt? Aber warum werden gerade das Kondensieren und das Verdunsten als Beispiel ausgewählt? Es wird weder auf der ersten noch auf der zweiten Seite eine Aufstellung über alle Aggregatzustände und alle Übergangsdynamiken gegeben. Die Frage wäre auch, wie eine solche Aufstellung aussehen müsste, damit Kinder sie verstehen könnten. Und ob es nicht evtl. denkbar sein könnte, Kinder dazu zu bringen, selbst ein solches Ordnungsmodell zu dokumentieren. Auch hier wäre die Frage, ob sie damit überfordert sein könnten und wenn ja, womit (z.B. eher mit dem Herausfinden der Reihenfolge der Zustände oder mit der Dokumentation von Zuständen und Übergängen). Festhalten lässt sich, dass auf den ersten beiden Seiten viele Begriffe gefallen sind. Begriffe, Bebilderung, didaktisches Arrangement und wissenschaftliche Haltbarkeit der Aussagen ergeben keine sachlich prägnante Sinnstruktur, die den Eindruck macht, dass Kinder sie irgendwie verinnerlichen und sich zu eigen machen könnten oder den Eindruck, Aneignungsweisen von Kindern seien gemäß bestimmter Annahmen berücksichtigt worden.

Wasser geht nicht verloren (128)

Du hilfst beim Aufhängen der Wäsche. Die Wäsche ist nass und schwer. Nach einigen Stunden ist sie trocken und leichter geworden. Was ist geschehen? Durch den Einfluss der Sonnenwärme ist das Wasser in der Wäsche verdunstet.

Überall auf der Erde verdunstet ständig Wasser. Nicht nur aus den Meeren, Seen und Flüssen steigt gasförmiges Wasser (Wasserdampf) auf, sondern von allen feuchten Flächen. Einige trocknen dabei aus, wie zum Beispiel Pfützen auf der Straße.

Aus dem Wasserdampf werden wieder sehr kleine Wassertropfen. Sie bilden Wolken. Aus den Wolken gelangt das Wasser als Niederschlag wieder auf die Erde. Das Regenwasser sammelt sich in Rinnalen, Bächen, Flüssen und Seen. Alle Bäche und Flüsse fließen dem Meer zu. Dieses Wasser bildet das Oberflächenwasser, das wir sehen können.

Vom gesamten Wasser der Erde geht kein einziger Tropfen verloren. Es befindet sich immer im dargestellten Kreislauf.

- 1 Verfolge den Weg des Wassers vom Meer bis zu den Bergen. Berichte darüber.
- 2 Verfolge den Weg des Wassers von der Quelle bis zum Meer und beschreibe ihn.
- 3 Schau auf der Abbildung nach, wo überall Wasser verdunsten kann.
- 4 Erkläre mit deinen Worten den Kreislauf des Wassers. Beginne mit der Verdunstung des Wassers an der Oberfläche des Meeres.

Grundwasser und Quellen

Ein großer Teil des Regenwassers versickert im Boden. Dort wird das Wasser von den Pflanzen aufgenommen und dringt in immer tiefer liegende Bodenschichten ein. Die Zeichnung zeigt einen Schnitt durch verschiedene Bodenschichten: Humus, Sand, Kies, Ton. Manche Bodenschichten lassen das Wasser hindurch. Andere Bodenschichten sind wasserundurchlässig. Über diesen sammelt sich das Regenwasser als Grundwasser. An manchen Stellen tritt es in Quellen wieder ans Tageslicht.

Im Bodenlabor

Ihr braucht einen Blumentopf, Humus, Sand, Kies, Ton, ein Einmachglas und ein Gefäß mit Wasser.

- 1 Überprüft nacheinander die Wasserdurchlässigkeit der verschiedenen Bodenarten.

Abb. gezeichnet: Sand, Kies und Ton auf jeweils einer weißen Unterlage ist zu sehen. Unten rechts wird Wasser in einen mit Humus gefüllten Blumentopf gegossen - der Blumentopf steht auf einem Einmachglas.

Quellenmodell

- 1 Baut ein Quellenmodell. Am besten gelingt es mit einem schmalen Gefäß aus Plexiglas. Die Seitenteile sind aus Holzleisten. An einer Seite werden in gleichen Abständen Löcher gebohrt.
- 2 Füllt die verschiedenen Bodenarten in beliebiger Reihenfolge Schicht für Schicht ein. Vermutet, wo die „Quelle“ entstehen wird. Gießt Wasser oben in das Modell und beobachtet.

Abbildung 2: Skizzenhafte Nachstellung der Seiten 128 und 129; Vorlage: Pustebume - Mensch, Natur und Kultur, Das Schulbuch, 3, Baden-Württemberg. 2011, Schroedel-Verlag, ISBN Cornelsen Verlag 2004, ISBN 978-3-507-42922-2. Kapitel „Natur macht neugierig“, Doppelseite „Wasser geht nicht verloren“.

Die beiden sich anschließenden Seiten (s. Abb. 2) stehen unter der Überschrift „Wasser geht nicht verloren“. Zunächst wird das Schema eines Wasserkreislaufes dargestellt. Die Darstellungsform ist eine Zeichnung mit eingetragenen Pfeilen und Beschriftungen. Die Beschriftungen beziehen sich auf abgebildete „Gestaltformen“

von Wasser: „See“, „Wolken“, „Regen“, „Schnee“ und „Grundwasser“ werden genannt. Wurde auf den vorhergehenden Seiten über die Zustände „fest“, „flüssig“ und „gasförmig“ geschrieben, so werden jetzt zusätzlich noch die unterschiedlichen Gestaltstrukturen bezeichnet. Wenn man überlegt, dass die Zustände fest, flüssig und gasförmig jeweils durch bestimmte Übergangsprozesse erreicht werden können, der Zustand „flüssig“ beispielsweise durch das Kondensieren oder durch das Schmelzen, und es für drei Zustände sechs Übergangsvorgänge gibt (schmelzen, verdunsten, kondensieren, erstarren, sublimieren, resublimieren) und wenn dann noch hinzukommt, dass der je unterschiedliche Zustand sehr unterschiedliche Gestaltstrukturen aufweisen kann (festes Wasser beispielsweise als Schnee, Raureif, Eiskristall, Glatteis - die Alltagssprache differenziert hier sehr stark), dann stellt sich allein die Begriffswelt schon sehr komplex dar.

Es fällt auf, dass zwei Bezeichnungen aus der sonstigen Ordnung der Begriffe herausfallen: an einem Pfeil steht „Verdunstung“, an einer Stelle zwischen zwei Pfeilen steht „Bodenschicht“. Es wird nicht deutlich, welche didaktische Annahme, gerade auch vor dem Hintergrund der Ermöglichung von Orientierung (hier: das Zurechtfinden im Schema) die Auswahl dieser beiden Begriffe begründet. Das Bild suggeriert, dass hier ein vollständiges Schema vorliegt. Aber beim genaueren Hinsehen fällt auf, dass Informationen sehr selektiv gegeben werden, wobei, wie gesagt, die Begründungsstruktur, die hinter der Selektion operiert, nicht transparent ist. Die Darstellung folgt keiner erkennbaren Systematik. So wird beispielsweise die Versickerung von Wasser im Schema vor allem mittels der Beschriftung „Bodenschicht“ und der Darstellung des Bodenquerschnitts hervorgehoben, aus der zeichnerischen Darstellung kann das Eindringen von Regen in den Boden aber kaum herausgelesen werden. Und auf die Darstellung des Abflusses von Oberflächenwasser wird vergleichsweise viel impliziter verwiesen. Eine Vermutung, die die Darstellungsweise erklären könnte, wäre, dass im Schema versucht wird, vor allem schwierige Punkte auszuklammern, die „Knackpunkte“ quasi zu umgehen, wobei für diese Hypothese sehr erklärungsbedürftig wäre, weshalb „Verdunstung“ als zumutbar aufgefasst wird, „Oberflächenabfluss“ hingegen eher nicht.

Unklar ist für den Laien, wo die Ebene der Phänomene im Schema enthalten ist und wo die Ebene der Theorie. Wie würden Grundschulkinder auf dieses Schema reagieren? Wie würden sie sich den Prozess der Verdunstung vorstellen? Wie den Übergang vom Wasser im See zur Bildung einer Wolke? Hätten sie z.B. automatisch eine Teilchenvorstellung? Oder wären sie nicht in der Lage, eine abstrakt-logische Idee zu entwickeln? Wie würde sich das Fehlen einer Idee auf den Bildungsprozess auswirken? Wieviel würden Kinder nach „Erledigung“ des Schemas behalten? Birgt das Schema die Gefahr, sehr schnell über das Thema „Wasserkreislauf“ hinwegzugehen, ohne dass geklärt ist, wie sich das alles vorstellen und/oder erfahren läßt, um es verstehen zu können?

Das Schema erweckt insgesamt den Eindruck, vollständig zu sein. Es stellt vor allem Begriffe und Gesetzmäßigkeiten dar. Das Aufwerfen von Fragen wird durch das Schema nicht gefördert, sondern tendenziell erschwert. Zumindest wenn das Thema „Wasserkreislauf“ im Unterricht auf der Grundlage des Buches bearbeitet wird, könnte das Schema also nicht rekonstruktiv, im Dialog generiert werden, weil es bereits vorgegeben ist. Gerade aber für den Fall, dass man sich nicht im Klaren ist, wie die kindlichen Bildungsprozesse bezüglich des Wasserkreislaufs aussehen, wäre der Dialog die naheliegendste Form einer entsprechenden pädagogischen Diagnostik.

Das Nachdenken über das Wasserkreislaufschema wirft hier auch die Frage auf, ob und wenn ja, wie der Wasserkreislauf erfahrbar gemacht werden könnte. Der typische Demonstrationsversuch in den Naturwissenschaften besteht darin, Wasser, das sich in einem Gefäß befindet, zu erhitzen, das gasförmige Wasser aufzufangen, durch eine Kühlschlange zu leiten und das kondensierte Wasser wieder zurückzuleiten in das Gefäß. Innerhalb von ca. 30 Minuten wird so der Wasserkreislauf der Natur simuliert. Es stellt sich aber die Frage: könnten Grundschüler diese Apparatur und den damit gezeigten Prozess verstehen? Und würden sie das, was da passiert, mit dem Wasserkreislauf in der Natur in Beziehung setzen bzw. ihn darin wiedererkennen? Es kann vermutet werden, dass erst im ausführlichen Dialog über die Sache zumindest für ein paar Schülerinnen und Schüler geklärt werden könnte, dass es sich bei der Apparatur um ein Modell des Natur-Wasserkreislaufs handeln soll. Und auch dann scheint es sehr schwierig zu sein, viele Facetten des demonstrierten Sachverhalts in eine für Grundschulkinder sinnvolle und für Erschließungsprozesse hilfreiche Beziehung zu bringen: die Sonne, die auf das Wasser scheint, bringt das Seewasser beispielsweise ja nicht zum Kochen - trotzdem verdunstet ein Teil des Wassers. Ist hier also in der Natur dasselbe Prinzip, dieselbe Ordnungslogik vorhanden wie beim Wassertopf auf dem Herd? Der Boden tritt beim Demonstrationsversuch gar nicht in Erscheinung - warum „gilt“ der Versuch trotzdem? Hätte für Kinder der Primarstufe die Simulation des Wasser-Kreislaufs im Labor dann einen Bildungs-Mehrwert, wenn ihnen erklärt würde, worin sich Simulation und Realität unterscheiden und wie sich bestimmte Aspekte - z.B. das Verdunsten von Seewasser in der Natur und das Sieden im Labor-Modell - richtig aufeinander beziehen lassen? Wenn man, wie beispielsweise Merzyn (2008), davon ausgeht, dass viele Kinder bis in die Klassenstufe 6, 7 und 8 nicht zwischen Theorie- bzw. Modellebene und der Ebene des Phänomens unterscheiden können, dann würde sich eher das unmittelbare Gespräch über den Natur-Wasser-

Kreislauf empfehlen. Geht man davon aus, dass Theorieebene und Ebene des Phänomens von Kindern bereits in jungen Jahren ineinander übersetzt werden können, dann würde sich der Labor-Wasser-Kreislauf ggf. anbieten.

Im Buch selbst wird im unter dem Schema befindlichen Text auf das Beispiel des Wäscheaufhängens und -trocknens verwiesen sowie auf die Pfützenbildung und -austrocknung, und damit wiederum der Prozess des Verdunstens betont. Der Wasserkreislauf wird beschrieben, auch hier wird der Eindruck der Vollständigkeit erweckt, es fallen u.a. die Begriffe Verdunstung, Wasserdampf, Wassertröpfchen, Wolken, Niederschlag, Regenwasser, Flüsse, Oberflächenwasser, Erde, Kreislauf.

Die neben dem Text befindlichen Aufgaben beinhalten ausnahmslos das nachvollziehende Erklären des dargestellten Schemas (z.B. „Verfolge den Weg des Wassers vom Meer bis zu den Bergen. Berichte darüber.“ Und „Erkläre mit deinen Worten den Kreislauf des Wassers. Beginne mit der Verdunstung des Wassers an der Oberfläche des Meeres.“). Vorgesehen ist an dieser Stelle nicht, das Geschehen unmittelbar zu beobachten und ggf. zu dokumentieren, z.B. ein Pfützentagebuch zu führen. Auch an dieser Stelle kann wiederum die Frage aufgeworfen werden, ob das Führen eines Pfützentagebuchs manche Kinder im Grundschulalter überfordern würde, weil es ihnen zu viel Geduld abverlangen würde. Die Meinungen klaffen hier, wie bereits erwähnt, auseinander. Der Überforderungs-Annahme steht die Annahme entgegen, dass gerade Kinder im Grundschulalter sehr ausdauernde und geduldige Beobachter seien. Gemäß dieser Annahme müsste man den Kindern Muße in besonderem Maße ermöglichen und ihnen die Geduld, die sie mitbringen, zugestehen und erhalten helfen. Kritisiert werden durch Vertreter dieser Auffassung alle Formen einer Beschleunigungspädagogik, bei der möglichst schnell zum intendierten Effekt und zur „richtigen, wissenschaftlichen Erklärung“ vorgedrungen wird, wobei die Auseinandersetzung mit dem Phänomen als solchem oft auf der Strecke bleibt (vgl. Wagenschein, 1968).

Das Schema thematisiert Prozesse unterschiedlicher Art: Versickern und Regnen haben mit der Aggregatzustandsänderung „Verdunsten“ teilweise etwas gemeinsam (es sind physikalische Vorgänge), teilweise unterscheiden sie sich (beim Versickern ändert sich der Aggregatzustand nicht, aber bestimmte Aspekte der Qualität des Wassers können sich ändern). Wenn mit Hilfe dieses Schemas intendiert wird, den Kindern eine Idee (Theorie) über den Wasserkreislauf zu vermitteln, dann ist, wie bereits erwähnt, unklar, warum so selektiv mit Begriffen umgegangen wird. Wird davon ausgegangen, dass dadurch eine möglichst „gute“ - im Sinne von „nah an die derzeitige wissenschaftliche Idee heranreichend“ - Ideenbildung gefördert wird? Worauf stützt sich diese Annahme?

Auf der dem Wasserkreislauf gegenüberliegenden Seite steht das Thema „Quelle und Grundwasser“ im Vordergrund. Dargestellt ist die Zeichnung eines Bodenquerschnitts mit verschiedenen Bodenschichten, einer tief gelegenen Tonschicht und einer Quelle. Im dazugehörigen Fließtext werden wiederum alle Bezeichnungen und Prozesse genannt. Darunter befindet sich in einem Kasten mit dem Titel „Im Bodenvorlabor“ die Abbildung beschrifteter Bodenarten („Sand“, „Kies“, „Ton“ und „Humus“; letzterer ist jedoch anders dargestellt, nämlich als Stoff, der auf bestimmte Weise in eine Versuchsdurchführung integriert ist). Genannt wird der Auftrag, diese Bodenarten auf ihre Wasserdurchlässigkeit hin zu untersuchen. Ganz unten auf der Seite ist schließlich unter der Überschrift „Quellenmodell“ ein Vorschlag für einen Versuch zu finden, bei dem man in ein teilweise aus Glaswänden bestehendes Sondergefäß Bodenarten einschichten und anschließend untersuchen soll, wo sich ggf. eine Quelle bildet, d.h. Wasser aus seitlichen Öffnungen austritt.

Die Darstellungen sind insgesamt sehr anschaulich. Wieder dominiert der Eindruck, dass es sich beim Dargestellten um Fakten auf der Phänomenebene handelt. Der Annahme nach führt diese Darstellung dazu, dass ein Hinterfragen erschwert wird. Dabei lassen sich beim Nachdenken über die behaupteten Sachverhalte spontan viele Fragen aufwerfen, z.B. die Frage, ob es wirklich wasserundurchlässige Schichten gibt oder aber Wasser auf die Dauer auch dort hindurchsickert und der Boden immer durchlässiger wird, was zu Folgefragen führen kann, wie z.B., ob sich das Grundwasser im Lauf der Zeit nicht überall auf der Welt in immer tiefere Schichten verlagert und was das für die Menschen, Pflanzen und Tiere zur Folge haben könnte? Oder die Frage, warum das Wasser beim Durchfließen des Bodens sauber werden soll, wenn man doch weiß, dass man beim Hinfallen auf den Boden schmutzige Knie bekommt?

Bezogen auf den Versuch zur Wasserdurchlässigkeit kann die Frage gestellt werden, ob Kinder im dritten Grundschuljahr verstehen, was mit Wasserdurchlässigkeit gemeint ist, wie diese apparativ gemessen werden kann und was das Ergebnis für eine Bedeutung hat, wenn man es auf die Phänomene in der Natur zurücküberträgt. Hier stellt sich wieder die Frage, ob ein solches Vorgehen das Vermögen von Kindern der entsprechenden Alters- und Entwicklungsstufe nicht überfordert, weil sie die theoretische Ebene nicht erfassen können (zu Versuchen von Kindern der Grundschule zur Wasserdurchlässigkeit vgl. Schumann, 2006).

Das Quellenmodell geht auf der Ebene des sinnlich Wahrnehmbaren vor, es ist nicht statisch, sondern strebt danach, den Prozess beobachtbar zu machen. Hier erscheint die Gefahr, dass es Fehlvorstellungen auf der Theorie- bzw. Ideenebene erzeugt, eher gering. Überlegt werden kann allenfalls, ob Kinder den Prozess eher mit Filterung als mit Quellenbildung in Verbindung setzen würden. Erst im Dialog wäre es möglich, herauszufinden,

wie Kinder über das Modell denken und wäre es möglich, Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Filter-Wirkung und Quellenbildung zu klären.

3.3 Zwischenfazit

Die Analyse wirft vor allem Fragen auf. Diese werden im Folgenden im Überblick dargestellt. Dabei soll jeweils Bezug genommen werden auf das Hauptthema, die Orientierung als Anspruch und ein mögliches Ziel des Sachunterrichts.

- **„Orientierung qua Theorie oder Phänomen?“**

Naturwissenschaften - um diese geht es ja im vorliegenden Buchausschnitt - setzen sich immer mit zwei verschiedenen Ebenen auseinander: der Ebene der Wirklichkeit (der Phänomene) und der Ebene der Theorie (bzw. Hypothesen, Ideen, Modelle). Zur Welt der Wirklichkeit gehört alles, was Menschen mit ihren Sinnen wahrnehmen können bzw. mit Messinstrumenten erfassen können. Die Vielfalt der natürlichen Phänomene ist groß. Nicht zuletzt, um diese Vielfalt gedanklich zu sortieren, entstanden im Verlauf der Wissenschaftsgeschichte Ideen, Hypothesen und Theorien. Sie versuchen, auf Fragen, die durch die Phänomene aufgeworfen werden, Antworten zu finden. Die Hypothesen werden also generiert. Wenn sie sich in zahlreichen Situationen bewähren und sich die mit ihnen möglichen Vorhersagen in Experimenten reproduzieren lassen, verwandeln sich Hypothesen allmählich in Theorien. Eine Theorie wird immer so lange verwendet, bis eine neue gefunden wird, die mehr Fragen beantworten kann als die alte. In der Regel ist es aber immer so, dass neue Theorien Elemente der vorausgegangenen Theorien enthalten. Es entstehen so in der Wissenschaftsgeschichte sog. „Argumentketten“ (vgl. Burkholz, 2008), die jeweils weit in die Geschichte zurückreichen. Auch die neusten Theorien sind nicht so, dass sie in der Lage sind, alle Fragen zu beantworten. Im Erkenntnisprozess wird versucht, sich der empirisch erfassbaren Realität schrittweise anzunähern; eine vollkommene Übereinstimmung zwischen Theorie und Realität konnte aber bis heute in keiner Disziplin erzielt werden. Sie wäre als der Punkt zu beschreiben, bei dem alle denkbaren Fragen mit Theorie beantwortet werden können und somit eine Aufteilung in beide Bereiche überflüssig würde.

Die Frage, die die Betrachtung des Schulbuchausschnitts aufwirft, ist, ob Kinder im Grundschulalter in der Lage sind, Ideen zu bilden, in der Art von Vorstellungen von Theorien. Welche Gesetzmäßigkeiten können sie verstehen oder selbst bilden, welche nicht? Und ist das Hinführen von Kindern im Grundschulalter auf die Entwicklung von Ideen gerechtfertigt vor dem Hintergrund des Bildungsziels der Autonomie - wenn ja, in welcher Form kann die Hinführung gelingen? Lassen sich wissenschaftliche Theorien überhaupt auf eine Art und Weise elementarisieren bzw. herunterbrechen, dass sie trotz der Vereinfachung immer noch als eine tragfähige Basis für differenziertere Formen der Theorien taugen? Wie kann vermieden werden, dass nicht falsch vereinfacht wird und dadurch Fehlvorstellungen erzeugt werden, die später wieder zerstört werden müssen? Wie ließe sich bei Kindern die Fähigkeit entwickeln helfen, von Bekanntem auf Unbekanntes zu schließen - oder bringen sie diese Fähigkeit im Grundschulalter bereits mit? Würden sich vor allem solche Phänomene bzw. Objekte als Grundlage für erste Ideenbildungen anbieten, die besonders prägnante Strukturen aufweisen und sich daher von bestimmten anderen Phänomenen unterscheiden, gleichzeitig aber deutliche Gemeinsamkeiten zu wiederum anderen Phänomenen aufweisen? Können Kinder im Grundschulalter verstehen, dass bestimmte Versuche bestimmte Theorien bestätigen bzw. bestimmte Versuchsergebnisse Repräsentanten bestimmter Gesetzmäßigkeiten sind? Wie muss man in der Grundschule vorgehen bzw. welche Inhalte und welches Vorgehen oder welcher Umgang mit Inhalten ist in der Grundschule sinnvoll, wenn man von der Prämisse ausgeht, dass Kinder in diesem Alter noch nicht in der Lage sind, abstrakt-logisch zu denken, d.h. wenn sie keine übergeordneten abstrakten Gesetzmäßigkeiten auf der Basis von Phänomenen bilden können und auch nicht in der Lage sind, von Theorien auf das Phänomen rückzuschließen?

- **„Orientierung qua Systematik oder eigenlogischer Erschließung?“**

Die Systematik der Naturwissenschaften kann prinzipiell auf verschiedene Weisen zu vermitteln versucht werden. Eine Möglichkeit besteht darin, dass dem Sich-Bildenden die Systematik kategorienartig, subsumtionslogisch an die Hand gegeben wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass dem Sich-Bildenden Wege aufgezeigt werden, die es ihm ermöglichen, eine Systematik selbst zu entwickeln. Der systematische Lehrgang in der Art der Darstellung aller Kategorien von A bis Z entspricht tendenziell einem Lernen auf Vorrat, weil die Systematik in diesen Fällen i.d.R. nicht auf der Basis von Fragen entwickelt, sondern als fertiges Gerüst bzw. Faktum eingeführt wird.

Eine denkbare Problematik bei systematischen Lehrgängen besteht darin, dass eine solche Vermittlung suggerieren kann, es gebe immer nur einen „richtigen“ Zugang zur Wissenschaft (oder Fachdisziplin). Auch in der Wissenschaft verhält es sich aber so, dass die Vielfalt von Herangehens- und Betrachtungsweisen von großer Bedeutung ist. So gibt es beispielsweise Forscher, die zunächst explorativ an Dinge herangehen, und gleichzeitig Theoretiker, die im ersten Schritt Hypothesen bilden. Es gibt bezüglich aller im Gesamt-Kontinuum zwischen diesen beiden Zugängen sich befindenden Möglichkeiten kein „wissenschaftlich richtig“ oder „wissenschaftlich

falsch". Was richtig ist, ist sicherlich, dass fachspezifische Unterschiede existieren. In der Chemie beispielsweise folgt die Theoriebildung üblicherweise dem Experimentieren. In der Physik ist das theoriegeleitete Vorgehen dagegen verbreiteter. In Bezug auf die Entwicklungsgeschichte der Chemie ist es so, dass der theorie- und hypothesengeleitete Verfahrensweg erst in der Mitte des 17. Jahrhunderts von Robert Boyle formuliert wurde und dann vor allem im 18. und 19. Jahrhundert zur Anwendung kam (Fierz-David, 1952: 141 ff). Ganz früher (während dem Zeitalter der Alchemie), als man in viel geringerem Umfang Experimente machen konnte, war der hypothesengeleitete Weg allerdings ebenfalls der dominierende: ein Wissenschaftler musste in bestimmten Bereichen hypothetisch vorgehen, weil ihm ganz einfach die Geräte und Messinstrumente fehlten, um das Phänomen jenseits der menschlichen Sinneswahrnehmungsleistung zu erschließen. In der gesamten Zwischenzeit gab es jedoch Geräte und wurden im Lauf der Zeit immer mehr technische Möglichkeiten geschaffen, um die Welt anders oder genauer zu beobachten, was zunehmend dazu führte, dass in vielen Wissenschaftsbereichen experimentell geforscht wurde. Der Naturphilosoph Robert Boyle stellt 1661 in seinem Buch „The Sceptical Chymist“ fest: „Nur der Versuch ist schlüssig, niemals aber die unbewiesene Behauptung“. Indem er das Experiment als Grundlage der Erkenntnis in den Vordergrund stellt, gab er dem naturwissenschaftlichen Experiment einen neuen Sinn und der Forschung ein Programm.

Neben der Unterscheidung von theoriebasierter Forschung und hypothesengenerierender Forschung kann in der Wissenschaft weiterhin unterschieden werden zwischen Forschung, die vor allem auf der Beobachtung basiert und Forschung, die vor allem auf Experimenten beruht. So gibt es beispielsweise in der Biologie die fast ausschließlich auf Beobachtung basierende Verhaltensbeobachtung und parallel die stark experimentell ausgerichtete Verhaltensforschung sowie wiederum alle Kombinationsformen, die zwischen diesen zwei Polen eines Kontinuums liegen.

Eine Frage, die die Betrachtung des Schulbuchausschnitts aufwirft, ist, ob Kinder im Grundschulalter in der Lage sind, sich eine Ordnung im Kopf zu schaffen, die der aktuell anerkannten wissenschaftlichen Ordnung im Sinne ihrer Fach-Systematiken entspricht. Muss es das Ziel des Sachunterrichts in der Grundschule sein, dass Kinder eine solche disziplinäre Systematik verinnerlichen? Sollten systematische Lehrgänge (nach Wagenschein (1968: 28 ff) sind die Lehrgänge die mit dem Einfachsten beginnend zum komplizierteren voranschreiten – sie sind unweigerlich mit Lernen auf Vorrat verknüpft und stellen den Gegenpol zum exemplarischen Lehrgang dar) für die Grundschule grundsätzlich ausscheiden? Auch wenn man die „fachliche Anschlussfähigkeit“ als Ziel des Sachunterrichts der Grundschule ablehnt, lässt sich die Frage stellen, was sinnvolle und weniger sinnvolle Grundlagen für spätere Bildungsprozesse sein könnten.

Alternativ zur Vermittlung einer fertigen Wissenschaftssystematik bzw. der Konfrontation der Kinder mit für sie schon fertig aufbereiteten Theoriekonzepten der Wissenschaft könnte der gedankenexperimentellen Überlegung nach in der Grundschule versucht werden, den Kindern die Möglichkeit zu geben, dass sie sich eine Ordnung bilden können, die keine wissenschaftliche Ordnung sein muss. Den Kindern könnte die Gelegenheit gegeben werden, eine Logik jenseits vorhandener wissenschaftlicher Begrifflichkeiten für sich zu entdecken. Argument für die Ermöglichung einer eigenlogischen Erklärung von Phänomenen könnte sein, dass die Natur selbst eine Ordnung enthält, und zwar nicht erst auf der Ebene der wissenschaftlichen Theorie, sondern auf der phänomenologischen Ebene. Ein Beispiel, anhand dessen überlegt werden kann, wie sich auf phänomenologischer Basis Ordnungen herstellen lassen, ist die Beobachtung von Schnecken. So lässt sich z.B. feststellen, dass es Schnecken mit oder ohne Gehäuse gibt und es lässt sich darüber spekulieren, warum das so ist¹¹ oder es ist denkbar, die verschiedenen Formen oder Farben der Gehäuse zu „lesen“, d.h. sie wahrzunehmen und in einen Dialog über Bedeutungen einzutreten. Ein weiteres Beispiel für diese Art des „Lesens von Phänomenen“ ist der Regenwurm: wenn man ihn betrachtet, können durch die Betrachtung Fragen aufgeworfen werden, z.B. wo beim Regenwurm „vorne“ und wo „hinten“ ist, ob er riechen und/oder hören kann, ob er „intelligent“ ist etc. Es kann überlegt werden, wie sich diese Fragen, ohne dem Regenwurm zu schaden, klären lassen. Ist es vorstellbar, dass Kinder in einem solchen Prozess zu Definitionen kommen (z.B. was ist „Intelligenz“)? Ist es denkbar, dass auf diese Weisen angewandter Wissenschaftslogik ein Bewusstsein bei den Kindern dafür entsteht, wozu eine Beobachtung gut ist, was als Mehrwert für die Erkenntnis aus ihr hervorgeht oder wann es sinnvoll ist, eine Definition festzulegen? Besitzen Kinder die Möglichkeit von Generalisierungen über den Zugang der sinnlichen Wahrnehmung und sind sie in der Lage zu einem eigenen Herausfinden von Gesetzmäßigkeiten (z.B. alle Insekten haben sechs Beine)? Trägt es zur Orientierung bei, wenn Phänomene oder Objekte beobachtet werden können, die teilweise gleichartig in Bezug auf bestimmte Strukturen sind oder aber sich unterscheiden? Anders formuliert: ermöglicht das Beobachten von sowohl ähnlichen Strukturen als auch kontrastierenden Strukturen Kindern im Grundschulalter Orientierung, z.B. das Bilden von Ordnungssystemen

¹¹ Untersuchungen von Schomaker (2007) zeigen, dass Kinder z.B. überlegen, ob Schnecken ihr Gehäuse abwerfen und sich ein neues suchen können. Kattmann & Schmitt (1996) und Sonnefeld & Kattmann (2002) untersuchten, nach welchen Kriterien Kinder Lebewesen ordnen und stellten die These auf, dass sie sich eines sog. „elementaren Ordens“ bedienen, bei dem eine „primäre Orientierung“ an sehr ausgewählten Kriterien („persönliche Taxonomie“) erfolgt (vgl. Sonnefeld & Kattmann, 2002: 29).

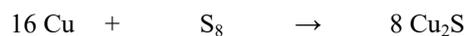
und das Bewusstsein von Strukturen?¹² Könnte eine Möglichkeit, Kinder darin zu unterstützen, für Phänomene oder Objekte jeweils geeignete Ideen zu entwickeln über den Weg führen, dass sie die den Phänomenen innewohnenden Gesetzmäßigkeiten rekonstruktionslogisch zu erschließen versuchen? Kann man Kinder zur Generalisierung qua Rekonstruktion befähigen, also dabei unterstützen, dass sie von der ganz konkreten Erfahrung mit einer Sache in die Lage versetzt werden, generalisieren zu können? Wäre rekonstruktionslogische Generalisierung etwas, was Grundschulkinder leisten können? Ist es didaktisch in der Grundschule vorteilhafter für Bildungsprozesse von Kindern, wenn ihnen die Theorie subsumtionslogisch erklärt wird oder sie von ihnen selbst rekonstruktionslogisch vom Phänomen ausgehend entwickelt werden kann? Sind sie in der Lage zur Übernahme subsumtionslogisch vorgegebener Theorien? Sind sie in der Lage zu rekonstruktionslogischem Entwickeln? Ist Einsicht in sachliche Zusammenhänge und Verständnis von Prozessen vor allem dann nachhaltig, wenn sie aus eigener Problemlösung hervorgegangen ist? Bedeutet das Lernen von Fakten, dass ausschließlich träges Wissen erzeugt wird, das wenig nachhaltig in Erinnerung bleibt (vgl. Bielmeier, 2012)?

Vor dem Hintergrund der Frage, ob sich für Grundschüler eine Ordnung im Kopf eher über die Vermittlung einer fertigen Systematik oder über das Zulassen einer eigenlogischen Ordnungsstruktur herstellen lässt, kann überlegt werden, wie der jeweilige Zugang aussehen könnte. Am Beispiel der Chemie würde eine Orientierung qua Systematik für das Themengebiet „Chemische Reaktionen“ bedeuten können, dass u.a. die Begriffe Aggregatzustände, Elemente und Verbindungen sowie Reinstoffe und Gemische vorgestellt würden, und dass die Gesetze der Masseerhaltung, der Energieerhaltung, und der konstanten Masseverhältnisse angegeben würden. Wie könnte ein phänomenologischer Zugang aussehen, der es Kindern ermöglicht, zu eigenlogischen Interpretationen zu kommen? Hier zeigt sich, dass die Chemie des Alltags - will man für Kinder, was in der Scientific Community allgemein Common Sense ist, an die alltagsweltlichen Kontexte anknüpfen - hochkompliziert ist. Und diejenigen chemischen Reaktionen, die einfach sind, stammen i.d.R. nicht aus dem Alltag. Chemie im Alltag, das ist z.B. die menschliche Verdauung, die sehr kompliziert ist. Auch chemische Reaktionen, die in der Küche stattfinden (Protolyse von Essigsäure in Wasser, Farb-Änderung von Blaukraut bei Gegenwart von Säuren, Thermolyse von Bratfett, Umwandlung von Zucker in Kohlendioxid durch Hefe-Pilze), sind überwiegend sehr kompliziert. Vergleichsweise einfache chemische Reaktionen sind also überwiegend als Laborversuche existent. Ein Beispiel für eine solche im Laborversuch demonstrierbare chemische Reaktion stellt ein Versuch dar, bei dem rötliches Kupferblech in ein Reagenzglas mit Schwefel gesteckt und das Ganze erhitzt wird, sich dann beobachten lässt, dass Kupfer, wenn das Schwefelgas an ihm aufsteigt, in einen blauschwarzen Stoff verwandelt wird.

Die chemische Wortgleichung für die Reaktion von Kupfer und Schwefel lautet:

Kupfer + Schwefel → Kupfersulfid

Die chemische Reaktionsgleichung mit Formeln lautet:



Die vereinfachte chemische Reaktionsgleichung mit Formeln lautet:



Alle Gleichungen zeigen deutlich auf, dass aus zwei gegebenen Stoffen (rotes Kupfer, gelber Schwefel) ein neuer Stoff (blauschwarzes Kupfersulfid) mit ganz anderen Eigenschaften entsteht.

Ein anderer Laborversuch zum Thema chemische Reaktion sieht vor, Wasserstoffgas durch eine Düse zu leiten und an dieser anzuzünden. Auf diese Weise entsteht aus Wasserstoff und Sauerstoff beim Verbrennen als neuer Stoff das Wasser.

Die chemische Wortgleichung für die Wassersynthese aus den Elementen lautet:

Wasserstoff + Sauerstoff → Wasser

Die chemische Reaktionsgleichung mit Formeln lautet:



Auch hier machen beide Gleichungen deutlich, dass aus zwei gegebenen Stoffen (gasförmiger Wasserstoff, gasförmiger Sauerstoff) ein neuer Stoff (flüssiges Wasser) mit ganz anderen Eigenschaften entsteht.

Und wie sieht es aus für das im Schulbuchausschnitt aufgeworfene Thema der Aggregatzustände? Eine Gesetzmäßigkeit beim Festwerden von Stoffen ist, dass das Volumen der allermeisten Stoffe bei diesem

¹² Spreckelsens Vorschlag der Phänomenkreise verfolgt z.B. den Ansatz, Kinder beim Ordnen und Strukturieren zu unterstützen, indem sie die Möglichkeit erhalten sich anhand verschiedener, in der äußeren Erscheinung unterschiedlicher Phänomene die dahinter operierenden Gesetzmäßigkeiten klarzumachen (vgl. Spreckelsen, 1997).

Vorgang des Festwerdens ab- und somit ihre Dichte zunimmt. Diese Dichtezunahme lässt sich mit Experimenten demonstrieren: Feste Essigsäurewürfel sinken in einem Behälter mit flüssiger Essigsäure auf den Boden des Gefäßes, Wachspellets sinken in einem Reagenzglas mit flüssigem Wachs, festes Kokosfett sinkt in flüssigem Kokosfett. Wasser hingegen, das im Alltag vorkommt, weist für den fest-flüssig Übergang eine Dichteanomalie auf. Es gibt also Stoffe, die einem bestimmten Schema folgen und solche, die davon abweichen. Ist mittels der Beobachtung solcher Versuche für Kinder der Grundschule eine Ordnungsherstellung möglich? Die Versuche lassen es zu, das „Vorher“ und „Nachher“ sinnlich wahrzunehmen. Der Prozess als solcher jedoch ist nicht sichtbar. Können sich Kinder im Grundschulalter über Dinge, die sinnlich nicht wahrnehmbar sind, eine Vorstellung bilden? Auch beim Thema Aggregatzustände verhält es sich so, dass man schnell im Labor landet, will man möglichst deutliche Effekte zeigen. Im Alltag gibt es außer dem Wasser beispielsweise nicht viele flüssige Stoffe, an denen sich der Vorgang des Festwerdens sinnlich wahrnehmen lässt. Ein häufiger Versuch ist daher das Erhitzen von Schwefel im Laborversuch, bei dem der Schwefel dann flüssig wird. Was aber verbindet ein Grundschulkind mit Schwefel? Wo liegt Schwefel im Erfahrungsraum des Kindes? Kann man aus dem Gesagten ableiten, dass sich viele chemische Versuche den Alters- und Entwicklungsstufen, die auf der Grundschule vorliegen, entziehen, weil sie im Alltag nicht erfahrbar sind? Sind Beweise für Kinder vor allem dann überzeugend, wenn sie sich auf Dinge stützen, deren Gültigkeit nicht zweifelhaft erscheint, z.B. auf Dinge, die der alltäglichen Lebenspraxis entstammen? Ist es legitim, Phänomene den Kindern manchmal einfach nur zu zeigen, wenn man meint, dass alle Erklärungen und alle Erschließungswege außerhalb der kindlichen Vorstellungsmöglichkeiten liegen? Oder würde das allenfalls zu ihrer Belustigung oder Verwirrung führen?

Und wie sieht es aus mit den Theorien, die hinter den Aggregatzustandsänderungen stehen? Warum dehnt sich Wasser aus, wenn es gefriert? Die physikalisch-chemische Theorie erklärt das Phänomen auf folgende Weise: Die Wassermoleküle bilden in Eis eine kristalline Struktur. Innerhalb dieser Struktur existieren Hohlräume, die beim Schmelzen von Wassermolekülen besetzt werden.

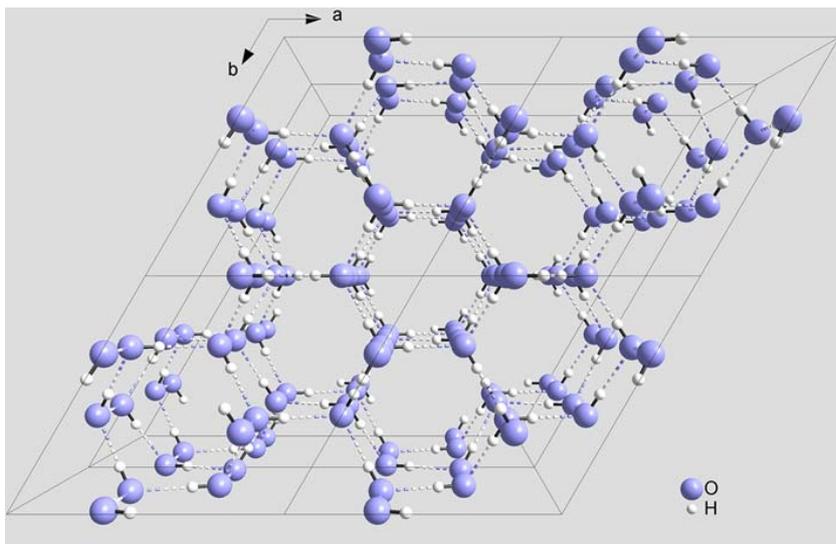


Abbildung 3: Wasser-Kristall-Gitter

Aus: URL: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cryst_struct_ice.png, Stand 07.07.2014

Ist eine solche Theorie für Grundschul Kinder zu verstehen? Oder sind die für die Erklärung von Phänomenen bzw. Objekten benötigten Ideen oftmals für sie viel zu abstrakt? Was sind geeignete Phänomene und Theorien für die Grundschule? Die aktuell existierenden Kompetenzmodelle und Basiskonzepte für das Bildungswesen, die sich immer mit der Kritik der fehlenden theoretischen Basierung und entsprechend mit dem Eindruck der Beliebigkeit auseinandersetzen müssen, beinhalten i.d.R. keine für naturwissenschaftliches Wissen und Können typischen Konkretisierungen (Phänomene, Versuche, Objekte). Ein Beispiel: Die Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) hat Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften (EDK, 2011) erarbeiten lassen, diese Kompetenzen sind grundlegend für den naturwissenschaftlichen Teil des sog. Lehrplans 21. Eine dieser Grundkompetenzen lautet: „Ordnen, Strukturieren, Modellieren“. Weder im Dokument der EDK noch im Lehrplan 21 (Lehrplan 21, 2013) wird dieses Schema exemplarisch, also anhand konkreter Beispiele, ausgeführt. Die in Deutschland anzuwendenden sog. Basiskonzepte für Physik, Biologie und Chemie (KMK, 2004) sind zwar detaillierter ausgearbeitet, verbleiben in der Darstellung jedoch auf einer sehr theoretischen Ebene, ohne dass eine konkrete Auseinandersetzung mit den Inhalten erfolgt.

Ein weiterer Punkt, der diskutiert werden kann, ist die Frage, ob Orientierung sich eher über das Lernen von Fakten oder eigene Fragetätigkeit herstellen lässt. Damit zusammen hängt auch die Frage, ob ein systematischer

Lehrgang tendenziell auf das Lernen von Fakten anstatt das Stellen von und Nachdenken über Fragen hinaus läuft. Der analysierte Schulbuchausschnitt deutet darauf hin, dass von ein und derselben Sache möglichst viele Facetten aufgezeigt werden sollen, z.B. Aggregatzustände, Wasserkreislauf, Quelle. Insgesamt erstaunt die Dichte, in der verschiedene Modelle, Versuche und Schemata im analysierten Buch aufeinander folgen. Fast wirkt es so, als erhebe das Buch einen Anspruch auf Vollständigkeit, als wolle es alle Zusammenhänge, die die Sache bietet, darstellen. Die angesprochene Vielfalt existiert auch auf der methodischen Ebene. Informationen werden teilweise in Form eines Textes angeboten, teilweise in Form von Zeichnungen, Fotos, Versuchsvorschlägen oder Aufgaben. Nicht erkennbar ist, welche Annahmen hinter dieser Methodenvielfalt operieren, und die Frage stellt sich, ob die Vielfalt sich fruchtbar auf kindliche Bildungsprozesse auswirkt oder Kinder eher irritiert. Es ist schwer vorstellbar, dass Kinder allein durch das Lesen der Fließtexte, kurze Versuche wie z.B. das Hauchen gegen einen Spiegel, und das Betrachten von Abbildungen zu einer verlässlichen Orientierung über die dargestellten Sachverhalte kommen können. Besteht hier die Gefahr, die Kinder in für sie kaum erkennbar zusammenhängenden Faktendarstellungen zu ersticken? Selbst wenn man argumentiert, dass in der Praxis zu den Buchinhalten der Dialog und weitere Lehr-Lernmittel hinzukämen, stellt sich die Frage, welche Systematik das Buch als solches verfolgt und inwieweit davon ausgegangen wird, dass der vorhandene Aufbau Kindern hilft, für sich eine Ordnung zu schaffen.

Wie verhält es sich schließlich mit der Möglichkeit, dass Grundschul Kinder durch eigene Fragetätigkeit Phänomene erschließen oder erste Ideen über Gesetzmäßigkeiten entwickeln? Wie fördert man die Fragetätigkeit bei Grundschulkindern? Welche Phänomene erstaunen und überraschen Kinder, weil sie von den Kindern als etwas wahrgenommen werden, das gegen ihre Erwartung (und damit Vorstellung) verstößt? Wann entsteht bei Kindern das Bedürfnis, eine Frage zu klären, welche Probleme sind für sie typischerweise lösungsbedürftig? Wie methodisch gehen Kinder vor, wenn sie versuchen, eine Frage zu klären? Was sind Methoden, derer Grundschul Kinder sich typischerweise bedienen? Was ist, wenn es Kindern nicht gelingt, ein Problem zu lösen? Ist es bereits Bildung, wenn Kinder erfahren, dass die Natur dem Betrachter keine Lösungstheorie bietet, und dass es somit zwei Ebenen gibt: die des Phänomens und die der Theorie? Bietet eine solche Erkenntnis dem Grundschul Kind, wenn sie ihm zugänglich ist, eine wichtige Orientierungshilfe?

• **„Orientierung qua Lehr-Lernmittel oder Dialog?“**

Auch von der Seite der Schulbuchautoren und des Verlags würde die Aussage vermutet werden, dass das Lehr-Lernmittel nur einen Anstoß zum Dialog geben soll und eine vom Dialog losgelöste Interpretation ihm nicht gerecht würde. Und tatsächlich zeigt sich, dass allein die Tatsache, dass Bildungsprozesse je individuell sind, Bücher aber immer standardisiert insofern, als sie nicht fallspezifisch auf Individuen eingehen können, darauf verweist, dass Bildung am besten im Dialog gelingen kann. Die Buchanalyse wirft an vielen Stellen die Frage auf, was Kinder aus dem Dargestellten mitnehmen. Diese Frage lässt sich nur im Dialog klären.

Es gibt viele Hinweise darauf, dass die soziale Kooperation und mit ihr der Dialog einen entscheidenden Einfluss auf Bildungsprozesse haben. Hierauf weist aktuell u.a. die Studie von Hattie (2008) hin. Aber schon Piaget schenkte dem Dialog besondere Aufmerksamkeit, erkennbar u.a. in seinem Satz, der Beweis sei aus dem Dialog hervorgegangen (Piaget, 1924: 204). Und Carl Schietzel (1984/2009: 207) schrieb, auf den Dialog in der Grundschuldidaktik bezogen: „Den Pädagogen wird unter dem Einfluß politologischer und gesellschaftswissenschaftlicher Forschung immer stärker bewußt, daß freie Meinungsäußerung als die Möglichkeit, sich im Dialog frei redend zu entfalten, die Voraussetzung für den Erkenntnisprozeß ist. Gleichzeitig ist es der Weg, jene Haltungen heranzubilden, die am Ende auch die wissenschaftlichen Denkverfahren erst ermöglichen. Paulo Freire, der unorthodoxe brasilianische Didaktiker der Armen, sagt mit Recht, daß das Wort Unterricht durch das Wort Dialog zu ersetzen sei. Nur der Dialog ist eine Unterrichtsform, die befreit. Er vermag gravierende Erkenntnis dadurch hervorzurufen, daß die je eigenen Gedanken der Lernenden in freier Wechselrede hervorgehoben, bestätigt oder verworfen und fortgesetzt werden.“ Strukturtheoretiker deuten darauf hin, dass die Fähigkeit von Pädagogen, ein Arbeitsbündnis mit den Kindern einzugehen, die wichtigste Grundlage im Hinblick auf die Ermöglichung von Bildungsprozessen, gerade auch dialogischen Bildungsprozessen, sei (vgl. Oevermann, 1997).

Wenn Dialog aber so zentral für Bildungsprozesse ist - müsste dann nicht, anstelle von aufwändigen Schulbüchern für Kinder, dieser im Unterricht viel mehr gestärkt werden? Sind Lehrkräfte der Grundschule adäquat dazu ausgebildet, mit Kindern in einen entsprechend lebendigen, situativ-spontanen Dialog zu treten? Müssen sie, um dazu in der Lage zu sein, selbst erfahren haben, wie es ist, wenn man für die Beantwortung einer Frage eine Idee (Theorie) entwickeln muss? Wie könnten Lehrkräfte zu einer für den Grundschulunterricht geeigneten Orientierung bezüglich Kind (im Sinne pädagogischer Diagnostik, also u.a. als Verstehen kindlicher Äußerungen und Annahmen) und Sache (u.a. im Sinne des Erschließenkönnens von Gegenständen des Sachunterrichts) gelangen?

Fazit 1: Die Behauptung, alle diese bisher aufgestellten Fragen seien von der Forschung bereits beantwortet, ist nicht haltbar: schon eine oberflächliche Recherche zeigt, dass die Annahmen, die bezüglich der gestellten Fragen vertreten werden, derartig konträr sind, dass deutlich wird, dass fundierte Nachweise noch ausstehen.

Fazit 2: Die Schulbuchanalyse weist eine Struktur der Widersprüchlichkeit oder Unentschlossenheit auf, sowohl wenn es darum geht, sich für eine Orientierungshilfe qua Theorie oder Phänomen bzw. einer Vermittlung zwischen beidem zu entscheiden, als auch wenn es darum geht, sich auf eine Unterstützung qua Systematik oder eigenlogischer Erschließungswege bzw. einer Vermittlung zwischen beidem festzulegen. Auch wenn unterstellt werden kann, dass dem Autorenteam die Bedeutung des Dialogs für Bildungsprozesse bewusst ist, wird aufgrund dieser Struktur der Widersprüchlichkeit bzw. Unentschlossenheit nicht ersichtlich, wie Dialoge im Sinne des Lehrwerks geführt werden könnten.

4 Die Analyse von zwei Einzelfällen

4.1 Konzeption der Einzelfallstudien

Es sind im Verlauf der Analyse des Schulbuchausschnitts viele Fragen aufgetreten. Um zumindest einem Teil der Fragen nachgehen zu können, wurde das Schema „Wasserkreislauf“ nacheinander zwei Kindern in der Alters- und Entwicklungsstufe „Grundschule“ vorgelegt und mit ihnen ein Gespräch darüber geführt. Die Wahl fiel auf dieses Schema, weil vor allem den Fragen nachgegangen werden sollte, ob Kinder in der Lage sind, ein solches Schema zu „lesen“ und ob sie von der Ebene des Phänomens auf eine Ebene der wissenschaftlichen Idee bzw. Theorie wechseln können bzw. wie sie sich verhalten, wenn ihnen das nicht möglich ist bzw. sie es nicht von sich aus tun.

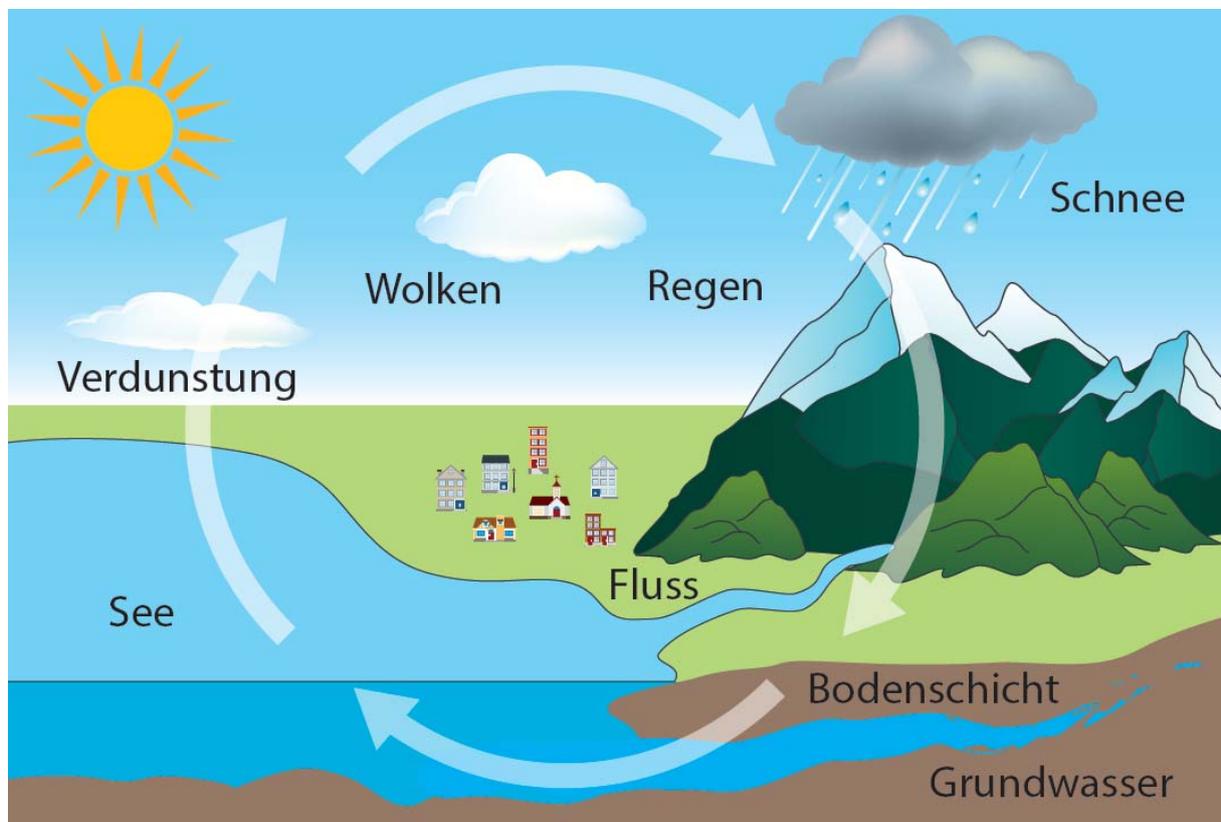


Abbildung 4: Skizzenhafte Nachstellung des Schaubildes „Wasserkreislauf“; Vorlage: Pustebblume - Mensch, Natur und Kultur, Das Schulbuch, 3, Baden-Württemberg, 2011, Schroedel-Verlag, ISBN Cornelsen Verlag 2004, ISBN 978-3-507-42922-2. Kapitel „Natur macht neugierig“, S. 128.

Ein Kind war 8 Jahre alt und besuchte die dritte Klasse einer Grundschule (es gehört damit genau zur Zielgruppe des Schulbuches). Das andere Kind war 10 Jahre alt und besuchte die 4. Klasse einer Grundschule (das für die dritte Klasse konzipierte Schulbuch müsste also der Erwartung nach dieses Kind eher unterfordern).

Ziel des Gesprächs war es, eine mehr oder weniger deutlich geäußerte Form der Innensicht zu erhalten. Bei Gesprächen zu Forschungszwecken sind besonders der Anfang und das Ende problematisch, aber zugleich sehr entscheidend für den Erfolg, wie im übrigen generell die Eröffnung und Beschließung als „Strukturierungsprinzipien der Sozialisierung“ (Oevermann, 1983: 237) von enormer Bedeutung sind. Es gibt beim Forschungsinterview zwei Rollen: den Interviewer und den Interviewten. Es handelt sich somit um ein Gespräch und ist damit wie ein Gespräch strukturiert, bei dem der Interviewer Fragen aufwirft und der Interviewee antwortet. Für das konkrete Interview ist es wichtig, dass der Interviewer den Anfangsstimulus

richtig setzt, um danach so wenig wie möglich intervenieren zu müssen und somit die Initiative dem Interviewee überlassen bleibt. Bei tatsächlich notwendigem Eingreifen ist es günstig, schon vom Interviewee Gesagtes wiederholend aufzugreifen. Eine möglichst offene Interviewform und ein, vom Standpunkt des Interviewers gesehen, möglichst unstrukturiertes Gespräch sind also am günstigsten. Gegen andere Formen der Befragung (z.B. narrative Interviews, Leitfadeninterviews, standardisierte Befragung, teilnehmende Beobachtung) sind im Sinne der Auswertbarkeit mit Hilfe der Hermeneutik zahlreiche Einwände zu erheben.¹³

Die Interview-Situation sollte die Ergebnisse möglichst nicht verfälschen bzw. die Aussagen der Interviewten in bestimmte Richtungen lenken. Zur Vermeidung dieser Problematik ist es hilfreich, sich mit der Gesprächssituation in einem Interview auseinanderzusetzen und dadurch zu erreichen, dass Fehler vermieden werden. Der häufigste Fehler, der bei der Interview-Gesprächsführung auftreten kann, ist das Stellen von sog. „Test- oder Prüfungsfragen“ (der Fragende weiß die Antwort bereits, und der Gefragte ist sich dessen mehr oder weniger bewusst). Elementar für die Hermeneutik ist aber, dass konstitutive Fragen gestellt werden, wobei also derjenige, der die Frage stellt, die Antwort tatsächlich nicht weiß. In der Realität der sozialwissenschaftlichen Forschung findet man allerdings im größten Teil der Fälle genau diese Art von „Testfragen“ (in der Psychologie spricht man sogar explizit terminologisch von „Tests“). Der eigentliche Zweck von Testfragen ist aber, Antworten zu evozieren, die man im Prinzip schon kennt (überspitzt gesagt: Je besser der Prüfer die Antwort kennt, desto mehr Recht auf Antwort hat er). Die ursprüngliche Aufgabe dieser Testfragen war es, für bestimmte freie Personenstellen im Heer oder in der Marine für standardisierte Aufgabenfelder entsprechende Personen zu finden. In diesem Fall war die Vorgehensweise sinnvoll. Im Forschungsinterview möchte der Interviewer aber, dass sich der Interviewee so authentisch wie möglich äußert. Die besten Ergebnisse erhält man also, wenn man daher wirklich neugierig ist und sich für die Einzigartigkeit des Gegenübers interessiert. Im Forschungsinterview stellt sich dabei eine weitere Schwierigkeit bzw. ein Paradox: im Gegensatz zu einem natürlichen Gespräch, wie es sonst zwischen Menschen stattfindet, bedeutet die Gesprächsführung hier nicht, dass man sich wirklich auf die Person einlässt. Der Interviewer will keine Verantwortung für eine Person übernehmen und will in der alltäglichen Praxis keine Bindung und Nähe zu dieser Person aufbauen, sondern in der Anonymität bleiben. Trotzdem will der Interviewer erreichen, dass die Person sich öffnet und ohne tatsächliche Gegenleistung erzählt. Auch wenn bzw. gerade weil Kinder in der Regel bereitwillig sind, sich dem Interviewer zu öffnen, ist es daher nötig, sich mit den Paradoxien der Situation im Gespräch Interviewer/Interviewee auseinanderzusetzen. Auflösen kann man sie letztendlich nur, indem man ehrlich interessiert ist und das Gespräch im Sinne des Generationenvertrages sieht. Die gegenleistungslose Leistung des Interviewees ist dadurch gerechtfertigt, dass das Ergebnis des Gespräches der nächsten Generation Nutzen bringen kann (Ziegenspeck, 2002: 262).

4.2 Der fachwissenschaftliche Hintergrund des „Verdunstens von Seewasser“

Als Folie, vor deren Hintergrund sich die Gespräche und vor allem Äußerungen der Kinder abspielen, soll im Folgenden der fachwissenschaftliche Hintergrund des Verdunstens von Seewasser dargestellt werden. Anders formuliert: die Sache, die im Buch thematisch ist, soll zunächst aus fachwissenschaftlicher Seite dargestellt werden, um so eine mögliche Vergleichsebene für die Aussagen der Kinder zu erhalten.

4.2.1 Aggregatzustände und Kugelteilchen-Modell

Das einfachste physikalisch-chemische Modell, welches eine Vorstellung für Aggregatzustände und die Übergänge zwischen ihnen ermöglicht, ist das Kugelteilchen-Modell. Man kann es folgendermaßen definieren:

- Materie besteht aus kugelförmigen kleinsten Teilchen.
- Die Teilchen verschiedener Stoffe sind alle aus einer nicht definierten Urmaterie aufgebaut - sie unterscheiden sich in ihrer Größe.
- Der Raum zwischen den kleinsten Teilchen ist leer.
- Zwischen kleinsten Teilchen wirken Anziehungskräfte (die Anziehungskräfte zwischen verschiedenen kleinsten Teilchen sind verschieden groß. Außerdem nehmen die Anziehungskräfte mit zunehmendem Abstand ab).
- Die Teilchen sind ständig in Bewegung. Mit steigender Temperatur nimmt die mittlere Bewegungsenergie der kleinsten Teilchen immer mehr zu.
- Die Zusammenstöße zwischen den kleinsten Teilchen sind elastisch, laufen also ohne Energieverlust ab.

Das kinetische Modell der Materie ist hier in die Definitionen des Kugelteilchen-Modells integriert.

Mit dem Kugelteilchen-Modell kann man die Aggregatzustände beschreiben.

Für die kleinsten Teilchen im festen Zustand gilt:

¹³ Beispielsweise geht beim Leitfadeninterview die für die Hermeneutik elementar wichtige Sequenzialisierung verloren. Das narrative Interview stellt eine Erzählung in den Vordergrund. Eine Erzählung dient aber primär der Unterhaltung (Abrufung mehrfach bewährter standardisierter Reaktionen, nicht spontan) und geschieht nicht aus Gründen der Information (Vermittlung von Sachinhalten).

- Sie sind regelmäßig und sehr dicht angeordnet.
- Der Teilchenabstand ist sehr klein.
- Sie schwingen auf ihren Plätzen.
- Die Anziehungskräfte zwischen den kleinsten Teilchen wirken sehr stark.

Für die kleinsten Teilchen im flüssigen Zustand gilt:

- Sie sind unregelmäßig und dicht angeordnet.
- Der Teilchenabstand ist klein.
- Sie wechseln ihre Plätze.
- Die Anziehungskräfte zwischen den kleinsten Teilchen wirken stark.

Für die kleinsten Teilchen im gasförmigen Zustand gilt:

- Sie sind völlig unregelmäßig und gar nicht dicht angeordnet.
- Der Teilchenabstand ist sehr groß.
- Sie bewegen sich frei - es kommt ständig zu Zusammenstößen.
- Die Anziehungskräfte zwischen den kleinsten Teilchen sind nicht wirksam (gilt genau genommen nur für ideale Gase).

Mit Hilfe des Konzepts des Kugelteilchen-Modells können die Aggregatzustände und die Fachbegriffe für die Übergänge zwischen ihnen graphisch dargestellt werden.

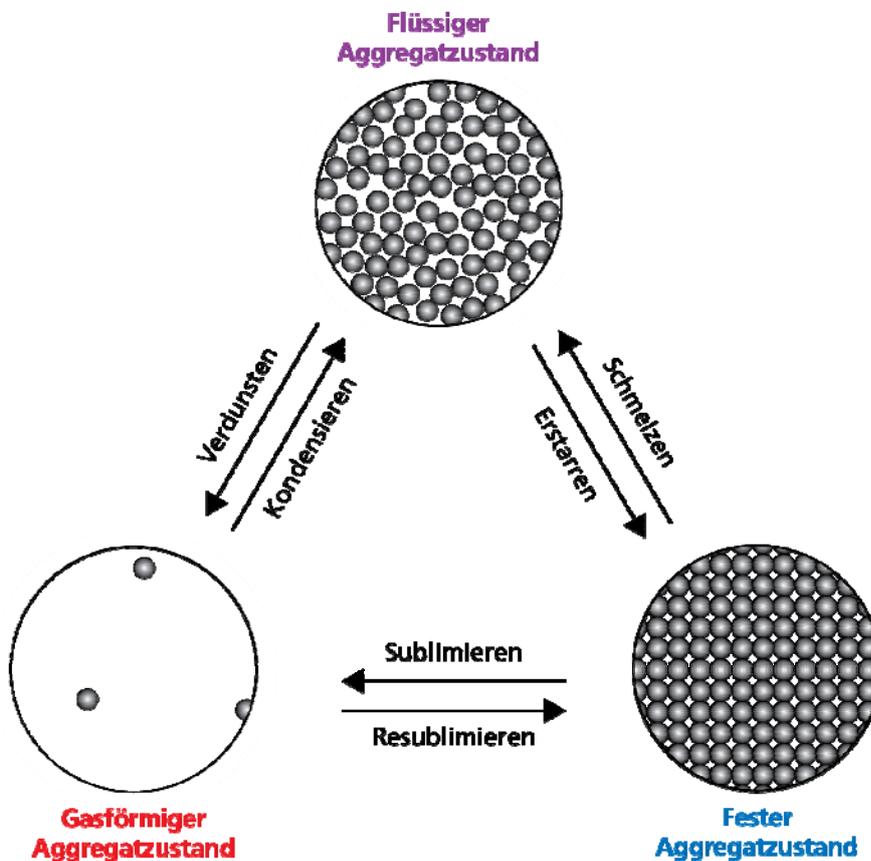


Abbildung 5: Die Aggregatzustände

Aus: Ralf Geiss, Chemie entdecken und verstehen (in Vorbereitung).

Die Definitionen des Kugelteilchen-Modells ermöglichen es, zu erklären: Ob ein bestimmter Stoff fest, flüssig oder gasförmig vorliegt, hängt auf der Wirklichkeitsebene nur von der Temperatur des Stoffes und dem Druck, der auf den Stoff einwirkt, ab.

4.2.2 Die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen

Ein fester Stoff schmilzt, wenn die mittlere Bewegungsenergie der kleinsten Teilchen so groß ist, dass die kleinsten Teilchen trotz der Anziehungskräfte ihre Gitterpositionen verlassen können. Ein flüssiger Stoff erstarrt, wenn die mittlere Bewegungsenergie der kleinsten Teilchen so gering ist, dass die Anziehungskräfte die kleinsten Teilchen in eine Gitterformation zwingen.

Ein flüssiger Stoff siedet, wenn die mittlere Bewegungsenergie der kleinsten Teilchen so groß ist, dass die Anziehungskräfte zwischen den kleinsten Teilchen und der von außen einwirkende Druck vollständig

überwunden werden können. Ein gasförmiger Stoff kondensiert, wenn die mittlere Bewegungsenergie der kleinsten Teilchen nicht mehr ausreicht, um die Anziehungskräfte und den Druck vollständig zu überwinden.

Naturwissenschaftlichen Laien stellt sich hier eventuell die Frage, warum flüssige Stoffe auch unterhalb der Siedetemperatur verdunsten können. Die Temperatur eines Stoffs entspricht gemäß der kinetischen Theorie der Materie der mittleren Bewegungsenergie der kleinsten Teilchen. D.h. auch unterhalb des Siedepunkts haben manche kleinste Teilchen ausreichend Bewegungsenergie, um die Anziehungskräfte und den Druck zu überwinden. So kann erklärt werden, weshalb Seewasser verdunstet, auch wenn die Sonne den See nicht auf Siedetemperatur erhitzt. Wollte man noch genauer auf diesen Vorgang eingehen, müsste vor allem die Wechselwirkung zwischen Materie und elektromagnetischer Strahlung beschrieben werden.

Bereits diese wenigen Ausführungen machen deutlich, dass man selbst für die einfachste theoretische Erklärung der Aggregatzustände auf das einfachste Teilchenmodell, das Kugelteilchen-Modell, zurückgreifen muss. Die Zusammenhänge, die auf der Theorieebene beschrieben werden, entziehen sich vollständig einer sinnlichen Wahrnehmung und sind somit eindeutig dem abstrakten Denken zuzuordnen.

Die Theorie, dass sich Materie nicht beliebig oft teilen lässt, also diskontinuierlich und nicht kontinuierlich aufgebaut ist, können selbst Lernende auf der Sekundarstufe I oft nur nach monatelangem Experimentieren und Diskutieren nachvollziehen. Eine derart abstrakte Erklärung für die Aggregatzustände und die Übergänge zwischen ihnen ist der Annahme nach für Kinder der Grundschule nicht zu verstehen.

4.3 Die Analyse der Einzelfallstudien

4.3.1 Das Gespräch mit S.

Das Gespräch zwischen Interviewer (I.) und dem Kind (S., Junge, 8 Jahre alt, besucht die 2. Grundschulklasse einer staatlichen Grundschule) findet bei S. zuhause statt. I. und S. sitzen dabei nebeneinander an einem Tisch. I. hat das Buch mit dem Wasserkreislaufschema aufgeschlagen vor sich und S. gelegt. Die Begrüßung ist nicht mitprotokolliert. Die Aufzeichnung beginnt wie folgt:

I.: Also, hier ist ein Bild. Und die Frage ist: was ist da los. Auf diesem Bild.

S.: Es regnet über den Bergen. Schnee, es schneit.

I.: Hm.

S.: Und regnet. Schneeregen.

I.: Hm.

Die Frage: „Was ist da los?“ ist ganz im Sinne Wagenscheins gestellt. Wagenschein schreibt bezüglich der Eigenschaften, die ein Thema, das im Unterricht behandelt wird, haben sollte: „Das Thema muss so sein, dass die sachliche Motivation sicher ist. Das heißt, es ist nicht nötig, dass ich sage: ‚Jetzt passt mal schön auf!‘ oder: ‚Das müsst ihr später haben, das ist nötig für das sogenannte Leben‘ oder: ‚es steht im Lehrplan, muss gemacht werden‘, sondern: ‚Seht euch das an und dann sagt, was ihr meint.‘ Und dann geht 's los, da brauch ich nicht mehr viel zu tun.“¹⁴ I. unterstellt also, dass S. von sich aus motiviert ist, das Bild zu betrachten und zu kommentieren.

Aus der detailreichen Darstellung wählt der Junge als Anknüpfungspunkt für seine Ausführungen den Prozess des Regnens über den Bergen. Er entscheidet sich damit für ein dynamisches Element als Startpunkt der Betrachtung, das sowohl in der Darstellung als auch in der Realität sinnlich gut wahrnehmbar ist. Seine Formulierung „Es regnet über den Bergen“ ist Ausdruck einer holistischen Wahrnehmung: gerade an den Bergen „entladen“ sich die Wolken. Der Junge erschließt die gleichzeitige Darstellung von Schnee und Regen ebenfalls holistisch und daher als Schneeregen. Insgesamt knüpft er also an Darstellungen der Zeichnung an, die prozesshaft sind, eine holistische Gesamtgestaltstruktur besitzen und in Darstellung und Alltag sinnlich wahrnehmbar sind.

S.: (liest langsam vor): Bo-den-schi-cht.

S.: Ah, das ist ein Fluss unter der Erde.

Der Junge folgt der Richtung des herabfallenden Regens und liest die nächste „Station“ vor. Er formuliert an dieser Stelle nicht frei seine Gedanken bezüglich der Darstellung, sondern liest die vorgegebene Bezeichnung „Bodenschicht“ vor. Mögliche Lesarten dafür könnten sein:

- Er liest die Beschriftung „Bodenschicht“ vor, weil er neugierig ist auf das, was die Zeichnung an Informationen enthält und er davon ausgeht, dass die Zeichnung grundsätzlich interessant ist und es sich lohnt, sie verstehen zu wollen.

¹⁴ URL: <http://www.martin-wagenschein.de/Archiv/Wg-video.htm>, Stand 07.07.2014.

- Er liest die Beschriftung „Bodenschicht“ vor, weil er von der Schule her bereits weiß, dass häufig das schematische Befolgen von Vorgaben eine größere Wertschätzung durch die Erwachsenen erfährt als das eigene Denken.
- Er liest die Beschriftung „Bodenschicht“ vor, weil er sich nicht erklären kann, weshalb der Boden in der Zeichnung, die doch das Thema „Wasser“ behandelt, eine Rolle spielt.

Gemeinsamer Nenner aller dieser drei Lesarten ist, dass der Junge die Zeichnung verstehen will - sei es aus eigener Neugier, sei es, weil er den Eindruck hat, dass dies von ihm erwartet wird, sei es, weil sich ihm eine Frage stellt. Er bringt also ein starkes Interesse am Erschließen mit. In erster Linie besteht dieses Erschließen für ihn darin, dass er das, was ihm in der Zeichnung begegnet, bestimmt. Entsprechend verwendet er die Bezeichnung „Das ist“. Zur Bestimmung des Unbekannten, Bestimmungsbedürftigen, Fremden greift er dabei auf das Bekannte zurück - so bestimmt er die Darstellung des Grundwassers als „Fluss unter der Erde“.

Unmittelbar an den Anschluss des Entzifferns der Beschriftung „Bodenschicht“ äußert er die Vorstellung von einem Fluss unter der Erde. Unklar ist an dieser Stelle, ob ihm der Vorgang des „Versickerns“ bewusst geworden ist, ob er also die Zeichnung als Darstellung der Bildung von Grundwasser interpretiert hat. Fest steht aber, dass er die Darstellung als „Fluss unter der Erde“ interpretiert, also eine Vorstellung äußert. Er hinterfragt seine Vorstellung allerdings nicht weiter, z.B. in dem Sinn, dass er sich fragt, warum der Tunnel, in dem der Fluss fließt, nicht einstürzt, oder warum das Flusswasser nicht allmählich versickert und der Fluss aufhört zu fließen.

I.: Hm.

S.: Und hier stehen Bäume. Das ist der Kreislauf. Wolken, also See, geht nach oben in die Wolken, regnet's, und dann geht der Regen wieder in den Fluss und geht wieder in den See, ja. Hm. Hier ist ein kleines Dorf.

Das Wort „Kreislauf“ verwendet der Junge wie selbstverständlich und zu einem sehr frühen Zeitpunkt des Gesprächs. Auch hier zeigt sich, wie sehr ihm holistische Prozesse zugänglich sind - innerhalb kürzester Zeit kommt er zu einer Interpretation. Im Ausdruck Kreislauf ist u.a. die Vorstellung enthalten, dass ein Stoff transportiert werden kann, dabei aber nicht verloren geht. Der Junge stellt dann den Kreislauf dar und beginnt mit den Wolken, entscheidet sich dann aber neu und setzt als Anfangspunkt seiner Ausführung den „See“ fest. Interessant ist, dass es für die Darstellung eines Kreislaufes prinzipiell egal ist, an welcher Stelle man mit der Betrachtung beginnt. Offenbar stellt für den Jungen aber der „See“ und damit das Wasser im flüssigen Zustand, den „Normalfall“ dar, die anderen Zustandsformen entsprechend die „Ausnahmen“. Entsprechend bildet der See für den Jungen die Referenzebene. Die Darstellung der Reihenfolge der „Stationen“ erscheint ihm daher nicht beliebig zu sein. Die Art und Weise, wie der Junge die einzelnen Umwandlungsprozesse, die sich im Verlauf des Wasserkreislaufs ergeben, darstellt, zeigt, dass er sich vor allem die Dinge, die in der Zeichnung konkret wahrnehmbar sind und die, die er aus seiner eigenen Erfahrung kennt, benennt: „also See, geht nach oben in die Wolken, regnet's, und dann geht der Regen wieder in den Fluss und geht wieder in den See, ja.“ Er geht an dieser Stelle nicht auf das Versickern ein, nur auf den Oberflächenabfluss. Das Versickern ist in der Zeichnung zeichnerisch vergleichsweise viel impliziter dargestellt als das Abfließen von Oberflächenwasser und entzieht sich auch im Alltag eher der Wahrnehmung: das Anschwellen von Bächen und Flüssen nach einem starken Regen und das Bilden von Pfützen ist viel unmittelbarer wahrnehmbar als z.B. das Ansteigen von Grundwasser. Weiterhin zeigt sich in den Ausführungen des Jungen, dass seine Beschreibung des Kreislaufes ohne das Formulieren von Hypothesen auskommt. Er generiert keine Theorie, beispielsweise bezüglich des Verdunstungsvorgangs, sondern er formuliert die Dinge auf eine ganz konkrete Weise.

I.: Hm.

S.: Mit Kirche da, wie ich sehe und ein paar Blockhäusern, die ich nicht mag. Ich mag Blockhäuser nicht.

I.: Ich auch nicht.

S.: Die sind total überflüssig.

I.: Hässlich.

S.: Ich find die auch, die mit dem schrägen Dach finde ich viel schöner.

I.: Ja, geht mir auch so. Da haben wir denselben Geschmack.

Die Darstellung des Dorfes hat mit dem Wasserkreislauf nichts zu tun, trotzdem widmet der Junge ihm Aufmerksamkeit und erschließt die Darstellung als „kleines Dorf“ mit „Kirche“ und „Blockhäusern“ (gemeint sind offensichtlich Hochhäuser); anschließend fällt er sein eigenes persönliches Urteil über die „Blockhäuser“ in Form des Ausdrucks „überflüssig“. Auch hier deutet sich eine holistische Sichtweise an: gerade in Bezug auf die Gesamtkomposition der Zeichnung empfindet er die Blockhäuser als ästhetisch misslungen und „fehl am Platz“.

Seine Auseinandersetzung mit der Darstellung des Dorfes deutet darauf hin, dass er grundsätzlich davon ausgeht, dass alles, was in der Zeichnung dargestellt ist, motiviert ist und eine Bedeutung in sich trägt. Er geht

bei der Erschließung der Zeichnung nicht subsumtionslogisch vor, indem er das Dorf von vornherein als „nicht relevant in Hinblick auf den Wasserkreislauf“ klassifiziert und es daraufhin entsprechend außen vorlässt, sondern er rekonstruiert alle Bedeutungen der vor ihm liegenden Zeichnung und geht bis zum Beweis des Gegenteils davon aus, dass alles Dargestellte einen Beitrag für die Gesamtaussage des Bildes leistet.

S.: Hier sind kleine, zwei, hier ist so ein kleiner Minifluss, der hier vom Berg abzweigt, hier noch so drei hier, hier sind so ein paar Bäume, und hier...

S. macht eine kurze Pause.

S.: ... ist die Sonne und ja, hier ist der, der ist unterirdisch, der See.

I.: Hm.

S.: Grundwasser. Ähm. Und, ja. Mehr fällt mir da eigentlich nichts auf, außer dass hier noch ein Landstrich ist.

S. zeigt auf die obere Begrenzungslinie zwischen Land und Himmel auf der linken Seite der Zeichnung.

Der Junge hat die Hauptbedeutung des Bildes sehr früh als Kreislauf definiert. An dieser Stelle sucht er die noch nicht betrachteten „Markierungen“ offenbar in Hinblick darauf ab, ob sie zu dieser Hauptinterpretation der Darstellung im Widerspruch stehen oder diese weiter differenzieren und begründen helfen. Im Vollzug seiner Aufzählung und damit Abarbeitung von „Markierungen“ fällt die kurze Pause auf, die er macht. Nach der Erwähnung von „Flüssen“, „Berg“ und „Bäumen“ erfolgt die Pause, danach folgen Sonne und „unterirdischer See“ (das Grundwasser). Eine Möglichkeit, diese Pause zu erklären, könnte darin liegen, dass die Pause zwei unterschiedliche Qualitäten von Phänomenen voneinander trennt: das sich der unmittelbaren Wahrnehmung, bedingt durch die Entfernung und die „nicht Anfassbarkeit“ Entziehende und das (so gut wie) „greifbar Nahe“. Die Wahrnehmung eines solchen Unterschieds könnte dazu führen, dass die Sonne und das Grundwasser für den Jungen quasi auf einer anderen Ebene als die anderen Dinge liegen und daher nicht mit ihnen in einem Atemzug, in Form einer Aufzählung gleichartiger Elemente, genannt werden können.

Das Grundwasser, das bereits als „unterirdischer Fluss“ bezeichnet wurde, wird nun explizit als „Grundwasser“ benannt - dieser Terminus bleibt aber als Wort, allein stehend und ohne in einen Kontext eingebettet zu werden, im Raum stehen. Dann wird es, in einem weiteren Anlauf, als „unterirdischer See“ bezeichnet. Hier zeigt sich eine größere Fremdheit des Fachterminus für den Jungen, die dazu führt, dass er Beschreibungen sucht, die die Funktion haben, das Fremde in Bekanntes, Bildlich-Ästhetisches transformieren zu können.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die vom Jungen verwendete Bezeichnung „Landstrich“. Auf der Zeichnung ist die bergige Landschaft am Horizont, also im Hintergrund (hinten links), mit Hilfe eines Strichs angedeutet. Der Junge bezeichnet diesen Strich als „Landstrich“. Auch in dieser Wahl einer Bezeichnung findet die konkret-logische Wahrnehmung des Jungen ihren Ausdruck in einem Pendant, nämlich der konkret-logischen Sprache.

I.: Sehr schön! Und jetzt wollte ich dich noch diese eine Frage fragen, wie stellst du dir das vor, guck hier steht, hier ist der See, und dann ist da dieser Pfeil...

S.: Hm.

I.: ...und da steht „Verdunstung“. Wie stellst du dir das vor?

S.: Das ist der See, durch die Sonne 'nen bisschen verdunstet, hier in die Wolken reingeht, mit dem Pfeil, da regnet's wieder und kommt durch den, kommt hier durch die kleine Abzweigung wieder da hin.

S. zeigt bei den Worten „die kleine Abzweigung“ auf den Fluss.

I.: So durch -

S. (unterbricht I.): So das ist der ewige Kreislauf.

Die Fragestellung zielt explizit auf eine Vorstellung, also eine Idee bzw. Theorie bezüglich des Verdunstens ab. Das Verdunsten ist sinnlich nicht wahrnehmbar; in der Zeichnung wird es mit Hilfe der Beschriftung „Verdunstung“ und des aufwärts gerichteten Pfeils dargestellt. Interessant ist, dass die Antwort des Jungen sprachlich relativ abgehackt wirkt, gerade die Übergänge fallen darin quasi sprachlich weg. Im Unvermögen, die Übergänge sprachlich auszudrücken deutet sich das Unvermögen an, eine Vorstellung in Form einer notwendigerweise abstrakten Idee bzw. Theorie generieren zu können.

S. formuliert schließlich das, was für ihn die Haupt-Vorstellung ausmacht, nämlich der ganzheitliche Blick auf die Darstellung als „ewiger Kreislauf“. Alle im sichtbaren Bereich liegenden Markierungen unterstützen ihn offenbar darin, auf den Kreislauf als die wesentliche Bedeutungsstruktur zu schließen. Der Ausdruck „ewig“

kann als sehr gelungene Interpretation eines nicht endenden, zeitlich unbegrenzten Vorgangs angesehen werden, bei dem Stoffe nicht verloren gehen, d.h. unvergänglich sind.

I.: Und kannst du dir vorstellen, wie das passiert? Also du hast gesagt, die Sonne, die scheint -

S. (I. unterbrechend): Verdunstet das, dann geht der Rauch da rein, verwickelt sich, macht sich, halt, geht wieder, wird wieder zu Wasser und regnet dann wieder runter.

I. fasst noch einmal nach und wiederholt die Frage nach einer möglichen Vorstellung des Verdunstungsvorgangs. S. bemüht sich sehr, zu kooperieren und versucht, detaillierter zu antworten. Er ergänzt seine bisherigen Aussagen um die Wolkenbildung, die er als „Rauch“, der sich „verwickelt“ darstellt, und er ergänzt bezüglich des anschließenden Abregnens der Wolken „macht sich, halt, geht wieder, wird wieder zu Wasser“. Erkennen lässt sich, dass er keine Vorstellung hat von der Art des Stoffes, die Wasser in gasförmigem Zustand oder während des Kondensierens aufweist, dass er aber die Vorstellung besitzt, dass Wasser zum Zeitpunkt des Verdunstens und der Wolkenbildung eine andere Gestaltform hat, und beim Regnen „wieder zu Wasser“ wird. Die ihm offenbar sehr fremd erscheinende Gestaltform zum Zeitpunkt der Wolkenbildung versucht er mit Vorgängen und Vergleichen, die er sich gut vorstellen kann, zu versehen („Rauch“, „verwickelt sich“). Erkennbar ist hier wieder der Ansatz, im Fremden das Bekannte zu suchen.

I.: Und diese Verdunstung, also hier ist es ja flüssig, das Wasser, im See -

I. unterbricht sich selbst.

I.: Haben wir gerade ein Glas? Also wenn ich jetzt -

I. unterbricht sich erneut, sucht in der Küche der Familie nach einem Glas.

S.: Also, da unten sind Becher.

I.: Danke.

I. nimmt sich einen Becher und füllt ein wenig Wasser hinein.

I.: Wenn ich jetzt hier den See habe, quasi -

I. unterbricht sich selbst und stellt den Becher vor sich und S. neben das Buch auf den Tisch.

S.: Hm.

I.: Und die Sonne scheint da drauf. Wie stellst du dir das vor? Hast du eine, wie, hast du eine Vorstellung, wie das funktioniert?

S.: Ja, das ist, das, die Sonne verbrennt das quasi, dann dampft das Meer wie beim Kochtopf, kochen, da verdunstet das Wasser halt nicht so doll, dann geht's hoch, steigt dann in die Wolken, da wird es wieder zu Wasser verarbeitet.

I. füllt einen Becher mit Wasser, offenbar in der Absicht, dadurch den See zu simulieren und die Situation, die im Mittelpunkt der Betrachtung steht, konkreter vor Augen rufen zu können. Außerdem lenkt I. den Blick auf die auf den See scheinende Sonne.

Interessant ist die Aussage des Kindes „Ja, das ist, das, die Sonne verbrennt das quasi, dann dampft das Meer wie beim Kochtopf, kochen, da verdunstet das Wasser halt nicht so doll, dann geht's hoch, steigt dann in die Wolken, da wird es wieder zu Wasser verarbeitet.“ Das Kind stellt eine Analogie her zwischen der Sonne, die auf den See scheint und Seewasser zum Verdunsten bringt und dem Kochtopf, in dem Wasser beim Sieden verdunstet. Der Ausdruck „Verbrennen“ verweist auf die Temperatur, dem das Kind beim Vorgang des Verdunstens eine wichtige Rolle zuweist. Das Kind hebt hervor, dass das Wasser im See, verglichen mit dem Kochtopf, „halt nicht so doll“ verdunstet. Der Analogieschluss des Kindes, bei dem es sich auf den Topf mit kochendem Wasser in der Küche bezieht, verhilft ihm dazu, sich eine Vorstellung vom Verdunsten des Seewassers auf einer ganz konkreten Ebene zu bilden. Beides, die Erwärmung des Seewassers durch die Sonne und die Erwärmung von Wasser auf dem Herd sind dabei eine phänomenologische Tatsachen.

4.3.2 Das Gespräch mit L.

Das Gespräch zwischen Interviewer (I.) und dem Kind (L., Mädchen, 10 Jahre alt, besucht die 4. Grundschulklasse einer staatlichen Grundschule) findet bei L. zuhause statt. Auch bei diesem Gespräch sitzen I. und L. nebeneinander an einem Tisch und liegt das aufgeschlagene Buch vor ihnen. Die Begrüßung ist auch bei diesem Gespräch nicht mitprotokolliert. Die Aufzeichnung beginnt wie folgt:

I.: Was glaubst du, was da passiert? Guck dir einfach mal das Bild an und sag einfach mal, was du siehst und was da los ist.

L.: Irgendwas mit, irgendwie, ich weiß nicht genau, wie es heißt, aber irgendwie, Regen-, äh, -lauf, oder irgend so was. Das ist die Gegend, wo sie runtergeht, dann hier, geht er mit der warmen Luft, also, mit warmer Luft, wieder nach oben, und von den Wolken halt wieder runter.

Das Kind versucht gleich im ersten Anlauf, dem Bild quasi eine Überschrift zu geben. Dahinter können zwei Strukturen vermutet werden. Zum einen kann vermutet werden, dass das Kind sich dazu aufgefordert fühlt, auf Anhieb den „richtigen“ Begriff parat zu haben. Diese Einschätzung des Kindes könnte evtl. mit entsprechenden schulischen Erfahrungen zusammenhängen, bei denen Phänomene vor allem subsumtionslogisch bestimmten Kategorien zu- bzw. untergeordnet werden müssen. Dann würde ein Phänomen aber tendenziell nicht als Ganzes einer Kategorie zugeordnet, sondern in seine Einzelbestandteile zergliedert werden. Wahrscheinlicher ist also, dass auch L., ähnlich wie S., versucht, sich auf Anhieb der Gesamtgestaltstruktur bewusst zu werden. Gemäß dieser Interpretation würde das Kind quasi von Beginn an intuitiv nach einer holistischen Lesart für die Zeichnung suchen und das Vorliegen einer prägnanten Gesamtkomposition unterstellen.

Die Bezüge, die das Kind offenbar im Kopf hat, werden sprachlich teilweise nicht deutlich (Beispiel: „wo sie runtergeht“ - wer ist „sie“?, „dann hier, geht er mit der warmen Luft, also, mit warmer Luft, wieder nach oben, und von den Wolken halt wieder runter“ - wer ist „er“?); bestimmte unkonkrete Aussagen oder das Überspringen von Inhalten deuten darauf hin, dass das Kind über noch keine genaue oder bewusste Vorstellung vom Phänomen verfügt (Beispiel: „dann hier, geht er mit der warmen Luft [...] wieder nach oben“). Das Wort „Wasser-Kreislauf“ fällt dem Kind spontan nicht ein, es bildet den Begriff „Regenlauf“. Damit wählt es unbewusst einen dynamischen Ausschnitt aus dem Wasserkreislauf, der im lebenspraktischen Alltag eine große Bedeutung für Kinder hat (z.B. Wahl entsprechender Kleidung bei Regenwetter, regenbedingtes Ausfallen eines Ausflugs).

Die Vorstellung, dass Wasser vom See aus in die Luft aufsteigt und später als Regen wieder vom Himmel herunterfällt, spiegelt sich in der Darstellung des Kindes wider. In seiner Aussage setzt das Kind warme Luft mit einer Aufwärtsbewegung in Beziehung und überträgt diese Annahme auf die Darstellung. Der Verdunstungsvorgang wird vom Kind dargestellt, indem es erwähnt, dass warme Luft nach oben steigt. Es formuliert eine Gesetzmäßigkeit. Unklar ist an dieser Stelle, ob es sich dabei auf eine selbst gemachte Erfahrung oder auf beispielsweise in der Schule „behandeltes Wissen“ bezieht. Die fast phrasenartige Formulierung lässt eher darauf schließen, dass es sich bei dem Verweis, warme Luft steige nach oben, um Schulwissen handelt, und damit beim ganzen Satz um ein Konglomerat aus eigenen Gedanken und Schulwissen. Die phrasenhafte Formulierung deutet auch darauf hin, dass hier ein Sachverhalt formelartig hergesagt wird, ohne dass er nachvollzogen oder gar tiefgehend verstanden wurde; das Gesagte erscheint tendenziell bedeutungsleer.

I.: Hm. Jetzt sind da noch ein paar andere Sachen eingezeichnet. Hier ist etwas eingezeichnet, weißt du, was die damit meinen?

I. zeigt auf die Stelle, auf der „Bodenschicht“ steht.

L.: Nee nicht so richtig. Hier ist eine Stadt, und hier, unter der Erde, sozusagen, noch ein bisschen Wasser. Na, und dann geht es ja hier so kreislaufm-, hm.

I.: Kreislaufmäßig?

L.: Hm.

I.: Was meinst du, was passiert an der Stelle? Was wollen die da zeigen, mit dem Pfeil?

I. zeigt noch einmal auf die Stelle der Zeichnung, an der „Bodenschicht“ steht.

L.: Dass es da in die Erde einsickert?

I.: Hm.

L.: Und hier dann, also hier beim Grundwasser wahrscheinlich wieder hier rausgeht, mit warmer, also verdunstet, in warmer Luft hochgeht.

Die Vorstellung über den Vorgang des Versickerns und die Vorstellung von Grundwasser sind beim Kind erkennbar noch wenig entwickelt. Interessant ist, dass es, weil es weiter nach einer Gesamtbedeutung der Zeichnung Ausschau hält, auf das Wort „Kreislauf“ kommt. Es stockt - eine mögliche, plausible Erklärung ist, dass ihm die Bedeutung des Wortes erst zu Bewusstsein kommt, als es das Wort bereits ausgesprochen hat. Bestimmte Begriffe, wie z.B. „verdunsten“, „versickern“, „Grundwasser“ werden vom Kind verwendet; inwieweit diese Begriffe gedeckt sind durch konkrete Vorstellungen, ist fraglich. Wiederum führt das Kind am detailliertesten den Vorgang des Verdunstens aus, in der Art einer Vorstellung, dass ein Strom warmer Luft einen Teil des Seewassers in die Höhe mitnimmt.

I.: Hm. Hier ist ja der See eingezeichnet, ja, und dann ist da der Pfeil, und da steht „Verdunstung“ und da ist die Sonne. Wie stellst du dir das vor. Hast du eine Idee, was hier an dieser Stelle passiert?

L.: Pfff.

I.: Wie stellst du dir das vor? Also da ist ja, pass auf-

I. füllt einen Becher mit Wasser und stellt ihn auf den Tisch.

I.: Also da ist ja praktisch hier der See, mit dem Wasser.

L.: Hm.

I.: Und jetzt ist da die Sonne gezeichnet.

L.: Da verdunstet er.

I.: Genau. Und wie stellst du dir das vor, hast du eine Idee, wie man sich das vorstellen kann?

L.: Nee, nicht so richtig. Wahrscheinlich austrocknen, so irgendwie.

Obwohl das Kind mehrfach auf eine Vorstellung, bei der aufsteigende warme Luft eine zentrale Rolle für den Verdunstungsvorgang spielte, verwiesen hat, kommt es bei der nochmaligen Nachfrage nach dem Verdunstungsprozess ins Stocken. Es ersetzt das Wort „verdunsten“ schließlich durch das Wort „austrocknen“. Hier zeigt sich, dass das Wort verdunsten für das Kind sehr abstrakt ist; die ihm viel zugänglichere Vorstellung ist die eines „Austrocknens“. Austrocknen ist, im Gegensatz zum Verdunsten etwas, was sich sinnlich sehr gut wahrnehmen lässt. Das gasförmige Wasser, das verdunstet, ist unsichtbar, die Pfütze, die zunächst viel, dann wenig und schließlich gar kein Wasser mehr enthält, ist ganzheitlich gut erfahrbar.

I.: Hm. Wie stellst du dir überhaupt Wasser vor? Was das ist?

L.: Hm.

I.: Das sind ganz schwierige Fragen, nicht? Was ist das für ein Stoff, was meinst du?

L.: Wasser.

I.: Wasser. Und stellst du dir das, also ist das einfach so eine Masse, und man kann die so schütteln?

I. schwenkt den Becher mit dem darin befindlichen Wasser ein wenig.

L.: Hm.

I.: Und wenn jetzt aber die Sonne draufscheint, wie, hm.

L.: Dann wird die immer weniger, weil die Sonne sozusagen ein bisschen verschmilzt oder verdunstet, vertrocknet.

I.: Hm.

Gefragt, was für ein Stoff Wasser ist, antwortet das Kind „Wasser“. Es besitzt also keine Vorstellung auf einer Theorieebene, z.B. in der Art einer „Theorie der Kleinsten Teilchen“. Noch einmal gefragt nach dem Vorgang des Verdunstens verweist das Kind auf die Sonne, deren Wärme das Wasser „verschmilzt“, „verdunstet“, „vertrocknet“. Das Wort des Verdunstens wird damit von zwei Wörtern in die Mitte genommen, mit denen das Kind der Annahme nach viel konkretere Vorstellungen verbindet. Sowohl Schmelzvorgänge (z.B. das Schmelzen von Kerzenwachs) als auch Trocknungsvorgänge (z.B. die Wäsche auf der Leine, die Pfütze auf der Straße) sind der sinnlichen Wahrnehmung gut zugänglich. Das Kind versucht also, in dem ihm wenig Bekannten, dem Verdunstungsvorgang, Elemente des Vertrauten zu erkennen und die konkreten Vorstellungen und Erfahrungen dieses Bekannten zur Erklärung des weniger Bekannten zu nutzen.

4.4 Zwischenfazit

Die Analyse kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Die Ebene der Theorie fällt bei den Kindern sprachlich weg. Sie bilden keine Vorstellungen bezüglich der Zustandsänderungen in der Art, dass sie beispielsweise Hypothesen in die Richtung der „Theorie der Kleinsten Teilchen“ generieren.
- Die Erschließung der Kinder findet fast ausschließlich auf der Ebene der sinnlich wahrnehmbaren Wirklichkeit statt. Die Kinder scheinen für ihre Erschließungsprozesse auf die Ebene der Wirklichkeit besonders angewiesen zu sein. Wenn sie auf der Basis konkreter, sinnlich wahrnehmbarer Objekte phänomenologisch erschließen können, sind sie besonders erfolgreich und kreativ beim Bilden von Lesarten.

- Das Erschließen der Kinder erfolgt rekonstruktionslogisch. Zur Bestimmung des Unbekannten, Bestimmungsbedürftigen, Fremden werden dabei sehr häufig Rückgriffe auf das Bekannte, vor allem das unmittelbar aus der Alltagserfahrung Bekannte getätigt.
- Die Erschließung der Kinder ist vor allem auf das Finden einer holistischen Gesamtbedeutungsstruktur ausgerichtet.

5 Gesamtdiskussion

Die vorliegende Untersuchung wirft viele Fragen auf. Die Fülle an Fragen verweist letztlich auf das Forschungsdesiderat der Erwerbsforschung und die Notwendigkeit der Grundlagenforschung. Eine zentrale Frage in der Primarstufe ist: wie sollte mit Phänomenen umgegangen werden, so dass Kinder sich eine Ordnung schaffen können, obwohl die meisten von ihnen nicht in der Lage sind, von der Ebene des Phänomens auf die Ebene der Theorie zu wechseln? Wie könnte eine sinnvolle Auseinandersetzung mit Phänomenen aussehen und welche Art von Ordnung oder Erkenntnis ist es, die Kinder dadurch gewinnen können?

Daraus ergeben sich weitere Fragen wie z.B., ob es „einfache Theorien“ gibt, die schon von Kindern der Primarstufe verstanden werden können. Gemäß des sog. Ockham'schen Prinzips (Maurer, 1984) ist eine Theorie dann einfach, wenn sie möglichst wenige Variablen und Hypothesen enthält sowie möglichst klar und logisch ist. Selbst „einfache“ Theorien kommen also ohne hypothetische Ebene nicht aus. Sieht man sich exemplarisch die Chemie an, so lässt sich sagen: die Chemie hält keine einfachen Theorien bzw. hypothetischen Ebenen bereit. Sehr schnell stößt die sinnliche Wahrnehmung, wenn man mit den dort gemachten Erfahrungen Dinge erklären will, an ihre Grenzen und ist, auf der Ebene der Theorie, eine Deutung angewiesen auf die Vorstellung über kleinste Teilchen. Bei einer chemischen Reaktion beispielsweise ist sinnlich wahrnehmbar immer nur das Vorher und das Nachher, z.B. entstehen bei Verbrennungen aus einem Brennstoff und Sauerstoff neue Stoffe. Die Deutung dieser Beobachtung bedarf einer theoretischen Vorstellung. Und wie sieht es aus in der Biologie? Die Biologie befasst sich mit den Gesetzmäßigkeiten des Lebendigen, aber auch spezifischen Besonderheiten von Lebewesen. In einigen Teilbereichen der Biologie ist es möglich, über die sinnliche Wahrnehmung zu weitreichenden Erkenntnissen zu kommen (z.B. Botanik, Zoologie, Ökologie). In anderen Teilbereichen der Biologie stoßen Erkenntnisse auf der Basis sinnlicher Wahrnehmung schnell an ihre Grenzen und sind Theorien für die Generierung von Erkenntnis erforderlich, z.B. in der Biochemie, Biophysik und der Theoretischen Biologie. In der Physik ist es ähnlich wie in der Biologie, manche Gesetze (z.B. das Fallgesetz) sind den Sinnen direkt zugänglich, während andere (z.B. Radioaktivität) ausgesprochen abstrakt sind und auf einer Vielzahl an Hypothesen beruhen. Einfache Theorien, beispielsweise in der Chemie, finden sich z.B. in Form der Theorien von Alchemisten bzw. generell in den Naturwissenschaften vor allem in der Zeit vor 1750. Wenn aber Kinder selbst noch keine Theorien bilden können, macht es dann Sinn, ihnen diese „alten“ Theorien mitzuteilen? Kann man den Kindern vermitteln, warum diese, für den Laien oft sehr einleuchtenden Erklärungen, inzwischen widerlegt sind? Verstehen Kinder, dass man Theorien nur widerlegen, aber nicht beweisen kann? Ist der Dialog mit Kindern über die Entwicklungsgeschichte der Naturwissenschaften zur Unterstützung eines Verständnisses von Theorie auf einer Metaebene vielleicht erst dann sinnstiftend für sie, wenn sie in der Lage sind, abstrakt-logisch zu denken und dabei bewusst feststellen, dass die Wege, auf denen sie als Sich-Bildende Theorien entwickeln, häufig den Theorien sehr ähnlich sind, die die Menschheit auf ihrem Weg bis heute formuliert hat?¹⁵

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung deuten darauf hin, dass Orientierung in der Primarstufe primär von unmittelbar im Alltag erfahrbaren Phänomenen und Objekten ausgehend gedacht werden muss. Die Wege, die zu Bedeutungsfindungen führen und die bei ihrem Zurücklegen gemachten Erfahrungen, die zur Entwicklung von eigenen Standpunkten, d.h. Orientierung, maßgeblich beitragen können, sind, so scheint es, nicht abkürzbar durch die Vermittlung wissenschaftlicher Theorien. Aber wie ist es möglich, phänomenologisch zu Interpretationen über die Welt zu gelangen? Folgende Überlegungen lassen sich dazu gedankenexperimentell formulieren:

- Sinnliche Wahrnehmung erscheint in besonderem Maße in der Lage zu sein, eine Typenbildung zu ermöglichen. Die genaue und detailreiche Rekonstruktion eines Phänomens kann zu einer Strukturgeneralisierung kommen (z.B. können bestimmte Blüten als Zwitter-Blütentypus oder eingeschlechtlicher Typus - monözisch oder diözisch - erkannt werden).
- Das Bilden von Typen dadurch, dass beispielsweise Gemeinsamkeiten und Unterschiede ähnlich erscheinender Objekte und Phänomene wahrgenommen werden, entspricht einem rekonstruktionslogischen Modus. Das Aufstellen von Kategorien und das entsprechende Zerlegen von Phänomenen und Objekten in Einzelaspekte, die dann klassifikatorisch diesen Kategorien zugeordnet werden können, stellt dagegen ein subsumtionslogisches Vorgehen dar.

¹⁵ Vgl. dazu Schäfer (2015). Vgl. auch die Annahmen der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann, 2007).

- Es gibt viele Anhaltspunkte dafür, dass Kinder rekonstruktionslogisch erschließen (vgl. z.B. Piaget, 1924). Das Herauslesen von Bedeutungsstrukturen auf der Basis einer holistischen Betrachtung und, im Fall mehrerer, konkurrierender Lesarten, die dialogisch-argumentative Suche nach einer möglichst plausiblen Lesart, scheint daher eine Möglichkeit rekonstruktionslogisch-phänomenologischen Erschließens darzustellen. Schietzel spricht in diesem Sinne von der „Auslegung der wirklich gelebten Welt“ als einem Prozess, der nach dem „Wesen der Sache“ fragt (Schietzel, 1984/2009: 203).
- Hat man einmal in Ruhe auf diese Weise eine Gesetzmäßigkeit erschlossen, so dient sie dem Sich-Bildenden als Referenzwert für weitere Erschließungsprozesse. Und: wenn es aufgrund eines Dialogs über ein Phänomen oder ein Objekt gelingt, dass Sich-Bildende die Erfahrung machen, dass Einsichten in Natur aus eigener Kraft möglich sind, dann leistet dies der Annahme nach einen großen Beitrag zum Bildungsziel der Autonomie.

Wenn es „einfache Theorien“ nicht gibt, lässt sich die Frage stellen, ob es phänomenologische Erschließungswege gibt, bei denen Kinder der Primarstufe mittels sinnlicher Wahrnehmung zu Interpretationen über ihre Welt kommen können. Was könnten mögliche Überlegungen zu Themen und Zugängen sein? In der Chemie scheint es z.B. denkbar, verschiedene Verbrennungsvorgänge zu untersuchen - so kann man z.B. aus Holz Kohle herstellen und die Eigenschaften von Holz und Kohle miteinander vergleichen. Außerdem kann man mit Metallen und Nichtmetallen experimentieren und ihre Eigenschaften erforschen. Verschiedene Salze lassen sich in Hinblick auf ihre Wasserlöslichkeit untersuchen. Es kann untersucht werden, welche Stoffe Kristalle bilden können und welche Bedingungen notwendig sind, damit sie das tun. In der Biologie kann man den Aufbau verschiedener Blüten z.B. zeichnerisch festhalten und miteinander vergleichen und in Beziehung zueinander setzen. Ebenso könnte man verschiedene Vertreter einer Tierklasse (z.B. Reptilien) in der Natur und in Filmen beobachten und die charakteristischen Gemeinsamkeiten der Individuen dieser Klasse entdecken lassen. Eventuell können Kinder auch die Unterschiede zwischen den Tierklassen erkennen. Hier wäre es interessant zu prüfen, inwieweit Kinder der Grundschule eigene Tierklassen kreieren können - man könnte dann die von den Kindern erfundene Ordnung mit der etablierten Ordnung vergleichen.¹⁶ In der Physik bietet es sich an, den Mond, die Sonne und den Sternenhimmel zu beobachten, um daraus grundlegende astronomische Erkenntnisse zu gewinnen. Auf der Primarstufe könnten holistische Ansätze besonders attraktiv sein, da sie dem ganzheitlichen Denken der Kinder entgegenkommen. Das Phänomen des Feuers stellt hier ein pädagogisch und didaktisch ergiebiges Thema dar. Die Kerzenflamme als Beispiel für das Menschheitsthema Feuer macht nicht nur physikalische, chemische und biologische Zusammenhänge, sondern auch geschichtliche und kulturelle Entwicklungen zugänglich. Geht man von Oevermanns Annahme aus, dass für den Bildungsprozess von Kindern insbesondere auch die soziale Struktur von Phänomenen anregend ist (vgl. Oevermann, 2000), so müsste diese soziale Ebene entsprechend, z.B. in derartigen holistischen Ansätzen wie der Auseinandersetzung mit Feuer, berücksichtigt werden.

Wenn man davon ausgeht, dass Kinder schon im Grundschulalter in der Lage sind, abstrakt-logisch zu denken, wird man es als legitim auffassen, wenn ihnen Phänomene schon in der Grundschule auf der Theorieebene erklärt werden. Unabhängig von der Frage, ob man den Kindern damit gerecht wird oder sie überfordert, scheint es ein Verlust zu sein, der Auseinandersetzung mit den Phänomenen auf der Ebene der sinnlichen Wahrnehmung so wenig Raum und Zeit zu geben und diese Ebene schon in der Grundschule (oder neuerdings im Kindergarten) zu verlassen oder zu überspringen. Als „Erdung“ mit der Welt, als „Wertschätzungsgrundlage“ für den Umgang mit der Welt, als „Bildungsgrunderfahrung“ einer Bildung im Sinne der Krise durch Muße und als „Stabilisator“ der menschlichen Psyche scheint das Potential einer Auseinandersetzung mit Phänomenen auf der Wirklichkeitsebene für Bildungsprozesse sehr groß zu sein.

Es bleibt auch die Frage, was die Lehrkraft von dem Phänomen oder Objekt verstehen müsste, um beim situativ-spontanen Fragen ins Gespräch mit Kindern treten zu können: reicht es, wenn die Lehrkraft auf der phänomenologischen Ebene in der Lage ist, Interpretationen herzuleiten? Muss sie das Phänomen auch auf der Ebene der Theorie verstanden haben? Diese Fragen hängen letztlich auch zusammen mit der Frage, wie die Ausbildung von Lehrkräften der Primarstufe aussehen soll und was sie leisten kann bzw. soll. Hier sollen nur einige wenige Überlegungen gedankenexperimentell entwickelt werden - eine empirische Überprüfung derartiger Thesen steht, ebenso wie die bereits angesprochene Erwerbsforschung, weiterhin aus.

- In der Primarstufe reicht es aus, wenn die Lehrperson den Kindern fachwissenschaftlich ein kleines Stück voraus ist, so, dass sie gut nachvollziehen kann, worüber die Kinder beim Versuch, zu Interpretationen zu kommen, stolpern und wo ihre je individuellen Verständnisprobleme liegen. Um Kindern bei ihren Explorations-Aktivitäten beistehen zu können, ist ein solides genetisch geprägtes Verständnis der grundlegenden naturwissenschaftlichen Konzepte und Theorien sehr hilfreich. Es geht hier nicht um die Intention, den Kindern diese Konzepte, im Sinne einer Beschleunigungs-Didaktik, überzustülpen, sondern darum, die Kinder ausgehend vom eigenen naturwissenschaftlichen Verständnis begleiten und unterstützen

¹⁶ Wenige Studien liegen zu einigen dieser Fragen, wie bereits erwähnt, vor (u.a. Sonnefeld und Kattmann, 2002).

zu können. Eine Lehrperson, die weiß, wie zentrale naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen wurden und welche Hürden und Schwierigkeiten dabei aufgetreten sind, kann Lernende aufgrund dieser Erfahrung dabei unterstützen, auf individual-genetischem Wege zu eigenen Erkenntnissen zu gelangen. Metaphorisch gesprochen: Verirrt sich ein Kind im Gelände des Themas, so kann nur eine Lehrperson, die das Gelände und nicht nur den kürzesten Weg zum Ziel kennt, unterstützend wirken.

- In Bezug auf professionstheoretische Überlegungen, insbesondere das Nachdenken über die Bedeutung von fachwissenschaftlichem und -didaktischem sowie pädagogischem Wissen (vgl. Shulman, 1987), scheint bedeutsam zu sein, dass eine Haltung der Lehrkraft im Sinne eines Forscherhabitus, der auf Neugier basiert, ebenso wichtig zu sein scheint wie das Fachwissen. Geeignet für die Wiederherstellung eines Forscherhabitus erscheint das Sammeln von Erfahrung mit exemplarischen phänomenologischen Erschließungsprozessen zu sein, mit dem Ziel, das Vertrauen in eigene Erschließungsfähigkeit zurückzugewinnen.
- Die Einrichtung eines authentischen Arbeitsbündnisses zwischen allen an Erschließungsprozessen beteiligten Personen ist in der Grundschule wichtiger als das Fachwissen. Voraussetzungen für ein Arbeitsbündnis sind, dass alle im Prozess beteiligten Personen als ganze Personen (nicht rollenförmig) auftreten, eine Kooperation auf der sozialen und inhaltlichen Ebene besteht, das Geschehen durch größtmögliche Authentizität gekennzeichnet ist (originale Objekte, authentische Haltungen) und Bildung als krisenhafter und daher nicht standardisierbarer und normierbarer Prozess verstanden wird.

Die Gesamtbetrachtung der Analyse von Schulbuchseiten und Gesprächen mit Kindern zeigt, dass zwischen Vorstellungen von Kindern und im Lehrwerk eingesetzten Aufgaben, Abbildungen, Texten etc. kein einfach herleitbares Entsprechungsverhältnis besteht. Das Fehlen eines solchen Verhältnisses verhindert oder erschwert der Überlegung nach Möglichkeiten, auf einfache Art beispielsweise die Wirksamkeit der didaktischen Form eines Lehrwerks beweisen zu können. Es verhindert oder erschwert weiterhin Möglichkeiten der konzeptionellen Entwicklung von erfolgreichen, standardisierten Lernwegen, deren Wirksamkeit überprüfbar ist.

Zu vermuten ist, dass sich Unterricht vor allem dann in hohem Maße auf Lehrwerke stützt, wenn das Deputat der Lehrkräfte hoch ist bzw. ihre Ressourcen aus anderen Gründen gering sind und/oder die Lehrkräfte ihr eigenes Fachwissen als tendenziell unzureichend einschätzen. Wenn Lehrkräfte den Anspruch an Expertise und Professionalität mehr oder weniger an das Lehrwerk und das pädagogische und didaktische Konzept des Verlags bzw. Autorenteam abtreten, ist zu befürchten, dass sie auch weniger in der Lage sind bzw. sich weniger dazu aufgefordert fühlen, mit Kindern situativ-spontan Dialoge zu führen, originalen Begegnungen mit Phänomenen im Unterricht Raum zu geben, im Sinne pädagogischer Diagnostik zu beurteilen, was Kinder aus dem im Lehrwerk Dargestellten mitnehmen oder worüber sie ggf. stolpern, sowie den Aufbau und die Sinnhaftigkeit eines Lehrwerkes oder anderer didaktischer Materialien zu reflektieren.

Literatur

- Baumgartner, Markus; Heck, Urs & Weber, Christian (2009). Modul „Natur-Mensch-Gesellschaft“ am Institut Primarstufe der PH FHNW. Ein multiperspektivischer Ansatz in der Didaktik des Sachunterrichts für die Primarstufe. Widerstreit Sachunterricht, Ausgabe Nr. 13. www.widerstreit-sachunterricht.de, Oktober 2009. Verfügbar unter URL: <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene1/superworte/studium/nmg.pdf>, Stand 20.05.2015.
- Beck, Gertrud (2001). Erwerbsforschung als Desiderat der Sachunterrichtsforschung. In Beck, Gertrud; Rauterberg, Marcus; Scholz, Gerold; Westphal, Kristin (Hrsg.), Sachen des Sachunterrichts. Frankfurter Beiträge zur Erziehungswissenschaft, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Frankfurt, 135-144. Auch erschienen in Fölling-Albers, Maria; Richter, Sigrun; Brügelmann, Hans; Speck-Hamdan, Angelika (Hrsg.), Kindheitsforschung. Forschung zum Sachunterricht. Jahrbuch Grundschule III, Grundschulverband-Arbeitskreis Grundschule e.V. Frankfurt am Main 2001, S. 89-93.
- Bielmeier, Bernd (2012). Wissensarbeiter sind die Zukunft. www.fortschrittsforum.de, August 2012. Verfügbar unter URL: <http://www.fortschrittsforum.de/debattieren/bildung-modernisierung/artikel/article/wissensarbeiter-sind-die-zukunft-1/page.pdf>, Stand 21.05.2015.
- Burkholz, Roland (2008). Problemlösende Argumenteketten. Ein Modell der Forschung. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Demandt, Alexander (1984). Ungeschehene Geschichte. Ein Traktat über die Frage: Was wäre geschehen, wenn ...? Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- EDK (2011). Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften, nationale Bildungsstandards. Freigegeben von der EDK-Plenarversammlung am 16. Juni 2011. Verfügbar unter URL: http://edudoc.ch/record/96787/files/grundkomp_nawi_d.pdf, Stand 07.07.2014.
- Fierz-David, Hans Eduard (1952). Die Entwicklungsgeschichte der Chemie. Basel: Birkhäuser.
- Fischer, Hans-Joachim (2007). Disziplin Sachunterricht in Wissenschaft und Hochschule. Ein Diskussionsbeitrag zu einem Positionspapier. In Pech, Detlef; Rauterberg, Marcus (Hrsg.), Sachunterricht als wissenschaftliche Disziplin. Widerstreit Sachunterricht, Extra Beiheft. Verfügbar unter URL: <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/>, Stand 01.02.2013. S. 7-12.
- Geiss, Ralf (in Vorbereitung). Chemie entdecken und verstehen. Springer Verlag.
- Hattie, John (2008). Visible learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. London: Routledge.
- Hericks, Uwe (2007). Entwicklung von Professionalität im Lehrerberuf. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hildenbrand, Bruno; Bohler, Karl Friedrich; Jahn, Walther; Schmitt, Reinhold (1992). Bauernfamilien im Modernisierungsprozess. Frankfurt, New York: Campus-Verlag.
- Kahlert, Joachim (2002). Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kaiser, Astrid (2006). Neue Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider.

- Kattmann, Ulrich (2007). Didaktische Rekonstruktion – eine praktische Theorie. In Krüger, Dirk; Vogt, Helmut (Hrsg.), Theorien in der biologiedidaktischen Forschung, Springer, Berlin.
- Kattmann, Ulrich & Schmitt, Annette (1996). Elementares Ordnen: Wie Schüler Tiere klassifizieren. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 2 (2), S. 21-38.
- KMK (2004). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss, Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Verfügbar unter URL: <http://www.kmk.org/dokumentation/veroeffentlichungen-beschluesse/bildung-schule/allgemeine-bildung.html#c7540>, Stand 07.07.2014.
- Lehrplan 21 (Konsultationsfassung Juni 2013). Verfügbar unter URL: <http://konsultation.lehrplan.ch/index.php>, Stand 07.07.2014.
- Lück, Gisela (2003). Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen. Freiburg, Basel, Wien: Herder.
- Maurer, Armand A. (1984). Ockham's razor and Chatton's anti-razor. Mediaeval Studies. Toronto: Pontifical Institute of mediaeval studies, Bd. 46 (1984), S. 463-475.
- Merzyn, Gottfried (2008). Naturwissenschaften, Mathematik, Technik - immer unbeliebter? Die Konkurrenz von Schulfächern um das Interesse der Jugend im Spiegel vielfältiger Untersuchungen. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.
- Musil, Robert (1978). Der Mann ohne Eigenschaften. Reinbek: Rowohlt.
- Oevermann, Ulrich; Allert, Tilman; Konau, Elisabeth; Krambeck, Jürgen (1979). Die Methodologie einer „objektiven Hermeneutik“ und ihre allgemeine forschungslogische Bedeutung in den Sozialwissenschaften. In Soeffner, Hans-Georg (Hrsg.), Interpretative Verfahren in den Sozial- und Textwissenschaften. Stuttgart: J. B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, 352-434.
- Oevermann, Ulrich (1983). Zur Sache. Die Bedeutung von Adornos methodologischem Selbstverständnis für die Begründung einer materialen soziologischen Strukturanalyse. In Habermas, Jürgen; Friedeburg, Ludwig v. (Hrsg.), Adorno-Konferenz 1983. Frankfurt a. Main: Suhrkamp, S. 234-289.
- Oevermann, Ulrich (1993). Die objektive Hermeneutik als unverzichtbare methodologische Grundlage für die Analyse von Subjektivität. Zugleich eine Kritik der Tiefenhermeneutik. In Jung, Thomas; Müller-Dohm, Stefan (Hrsg.), „Wirklichkeit“ im Deutungsprozess. Verstehen und Methoden in den Kultur- und Sozialwissenschaften. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 106-189.
- Oevermann, Ulrich (1996). Krise und Muße. Struktureigenschaften ästhetischer Erfahrung aus soziologischer Sicht. Vortrag am 19.6. in der Städel Schule, Frankfurt am Main. Unveröffentl. Manuskript. Verfügbar unter URL: <http://www.agoh.de/cms/de/downloads/uebersicht/oeffentlich/oevermann/Oevermann-Ulrich-Krise-und-Mu%C3%9Fe-Struktur-eigenschaften-%C3%A4sthetischer-Erfahrung-aus-soziologischer-Sicht-%281996%29/>, Stand 04.09.2011.
- Oevermann, Ulrich (1997). Theoretische Skizze einer revidierten Theorie professionalisierten Handelns. In Combe, Arno; Helsper, Werner (Hrsg.), Pädagogische Professionalität. Untersuchungen zum Typus pädagogischen Handelns. Frankfurt a. Main: Suhrkamp, 70-182.
- Oevermann, Ulrich (2000). Der Stellenwert der „peer-group“ in Piagets Entwicklungstheorie. Ein Modell der Theorie der sozialen Konstitution der Ontogenese. In Katzenbach, Dieter; Steenbeck, Olaf (Hrsg.), Piaget und die Erziehungswissenschaft heute. Frankfurt a. Main: Peter Lang, S. 25-46.
- Oevermann, Ulrich (2008). „Krise und Routine“ als analytisches Paradigma in den Sozialwissenschaften. Abschiedsvorlesung am 28. April 2008. Unveröffentlichtes Manuskript. Verfügbar unter URL: http://www.ihsk.de/publikationen/Ulrich-Oevermann_Abschiedsvorlesung_Universitaet-Frankfurt.pdf, Stand 05.01.2015.
- Piaget, Jean (1924). Urteil und Denkprozeß des Kindes. Düsseldorf: Schwann.
- Pech, Detlef & Rauterberg, Marcus (2013). Auf den Umgang kommt es an. „Umgangsweisen“ als Ausgangspunkt einer Strukturierung des Sachunterrichts - Skizze der Entwicklung eines „Bildungsrahmens Sachlernen“. 2. überarbeitete Auflage. Widerstreit Sachunterricht, 5. Beiheft. www.widerstreit-sachunterricht.de, Oktober 2005.
- Pech, Detlef; Rauterberg, Marcus & Scholz, Gerold (2005). Sechs Eckpunkte für das Studium des Sachunterrichts. Widerstreit Sachunterricht, 5. Beiheft. www.widerstreit-sachunterricht.de, Nr. 5, Oktober 2005.
- Popper, Karl R. (1993). Objektive Erkenntnis: Ein evolutionärer Entwurf. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Rauterberg, Marcus & Scholz, Gerold (2003). Die Welt im Bild. Anmerkungen zur Gegenstandskonstitution des Sachunterrichts. online zeitschrift grundschulforschung, 6/2003.
- Rauterberg, Marcus & Scholz, Gerold (2002). Die Welt im Bild - Anmerkungen zur Gegenstandskonstitution des Sachunterrichts. online-grundschulforschung, Nr. 6, Dezember 2002.
- Richter, Dagmar (2002). Sachunterricht - Ziele und Inhalte. Baltmannsweiler: Schneider.
- Schäfer, Gerd E. (2015). Denkweisen des Naturwissens. Ein Vergleich. Unveröffentl. Manuskript zum gleichnamigen Vortrag vom 27.03.2015 auf der Internationalen Tagung „Naturphänomene verstehen“ der PH FHNW in Brugg, Schweiz. Verfügbar unter URL: <http://www.forscherstation.info/forschung/download/DenkweisendesNaturwissensRef..pdf>, Stand 20.05.2015.
- Schietzel, Carl (1984/2009). Exakte Naturwissenschaften in der Grundschule? In Pech, Detlef; Rauterberg, Marcus; Scholz, Gerold (Hrsg.) (2009), Archäologie des Sachunterrichts. Dokumentation der Serie von www.widerstreit-sachunterricht.de 2005 - 2007. Beiheft 6, 2009, 193-210. Zuerst erschienen in Bauer, Herbert F.; Köhnlein, Walter (Hrsg.) (1984), Problemfeld Natur und Technik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 114-133.
- Schomaker, Claudia (2007). Auf klebrigen Spuren. Kinder erforschen die Lebensweise von Schnecken. Weltwissen Sachunterricht, Heft 4/2007. S. 18-21.
- Schumann, Svantje (2006). Evaluation einer Umweltbildungsmaßnahme in Hinblick auf Bildung für nachhaltige Entwicklung. Die Wirkungsanalyse eines Projekttags für GrundschülerInnen an der Ökostation Freiburg. Aachen: Shaker Verlag.
- Shulman, Lee S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of a new reform. Harvard Educational Review, 57 (1), S. 1-22.
- Sonnefeld, Ulrike & Kattmann, Ulrich (2002). Lebensräume helfen ordnen: Schülerinnen und Schüler klassifizieren Wirbeltiere. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 8, 2002, S. 23-31.
- Spreckelsen, Kay (1997). Phänomenkreise als Verstehenshilfen. In Köhnlein, Walter; Marquardt-Mau, Brunhilde & Schreier, Helmut (Hrsg.), Kinder auf dem Weg zum Verstehen der Welt. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 111-127.
- Wagenschein, Martin (1968). Verstehen lehren. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Ziegenspeck, Svantje (2002). Die Lebenspraxis der Waldbauern. Eine Untersuchung der waldbäuerlichen Lebenspraxis im Gebiet der geschlossenen Hofgüter des Schwarzwaldes sowie die Ableitung von Prognosen für politische Existenzsicherungskonzepte. Hamburg: HochschulVerlag. Zugl. Diss. Univ. Freiburg 2001.