

Wissenschaftliche Hausarbeit

im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen im
Fach Sachunterricht

Eingereicht bei der Hessischen Lehrkräfteakademie

- Prüfungsstelle Frankfurt am Main -

Thema der Arbeit:

Schülervorstellungen zum Wasser in der Grundschule

Verfasserin: **Jana Schäfer**

Gutachter: **Prof. Dr. Thomas Wilhelm**
Institut für Didaktik der Physik
Goethe Universität Frankfurt am Main

Abgabedatum: 30.04.2026

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
1 Einleitung	1
2 Theoretischer Rahmen	2
2.1 <i>Physik im Sachunterricht der Grundschule</i>	2
2.1.1 Perspektivrahmen Sachunterricht.....	3
2.1.2 Naturwissenschaftliches Lernen im Sachunterricht	6
2.2 <i>Schülervorstellungen</i>	8
2.2.1 Begriffsbestimmung	8
2.2.2 Umgang mit Schülervorstellungen im Unterricht	10
2.2.3 Konzeptwechsel	12
2.3 <i>Fachliche Grundlagen</i>	13
2.3.1 Aggregatzustände von Wasser.....	13
2.3.2 Aggregatzustandswechsel	15
2.3.3 Modelle im Physikunterricht: Das Teilchenmodell.....	17
2.3.4 Schülervorstellungen zum Teilchenmodell und den Aggregatzuständen.....	20
2.4 <i>Naturwissenschaftsdidaktische Forschung</i>	22
2.4.1 Der Qualitative Forschungsansatz.....	24
2.4.2 Das Leitfadenterview	25
3 Die Erhebung	25
3.1 <i>Fragestellung und Erhebungsmethode</i>	26
3.2 <i>Der Interviewleitfaden</i>	27
3.3 <i>Die Interviewdurchführung</i>	32
4 Aufbereitung und Auswertung der Daten	34
4.1 <i>Transkription</i>	35
4.2 <i>Überführung in redigierte Aussagen</i>	37
4.3 <i>Ordnen der redigierten Aussagen</i>	38
4.4 <i>Explikation und Einzelstrukturierung</i>	39
4.5 <i>Verallgemeinerung und Vergleich der Ergebnisse</i>	40
5 Ergebnisse	41
5.1 <i>Paul</i>	41
5.2 <i>Elias</i>	44
5.3 <i>Ella</i>	45
5.4 <i>Anna</i>	47

5.5	<i>Marc</i>	49
5.6	<i>Lena</i>	50
5.7	<i>Emma</i>	52
5.8	<i>Valentina</i>	53
5.9	<i>Lucas</i>	55
5.10	<i>Max</i>	56
5.11	<i>Leon</i>	58
6	Verallgemeinerung und Diskussion	60
7	Fazit und Ausblick	66
	Literaturverzeichnis	68
8	Anhang	72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Kompetenzmodell des Perspektivrahmens Sachunterricht (GDSU, 2013, S. 13)	4
Abbildung 2: Naturwissenschaftliche Perspektive (GDSU, 2013, S. 39)	7
Abbildung 3: Aggregatzustandsänderungen (Schmiermund, 2019, S. 30).....	15
Abbildung 4: Fachdidaktisches Triplet: Beziehungsgefüge der Teilaufgaben im Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997, S. 4)	23
Abbildung 5: Vorgehensweise bei der Qualitativen Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung (Gropengießer, 2008, S. 176)	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auszug aus Interviewleitfaden.....	29
Tabelle 2: Auszug aus Interviewleitfaden.....	29
Tabelle 3: Auszug aus Interviewleitfaden.....	30
Tabelle 4: Auszug aus Interviewleitfaden.....	31
Tabelle 5: Auszug aus Interviewleitfaden.....	32
Tabelle 6: Notationsregeln der Transkription (angelehnt an Krüger & Riemeier, 2014).....	36
Tabelle 7: Transkriptausschnitt des Interviews mit Paul (siehe Anhang, S. 5).	36
Tabelle 8: Auszug aus den redigierten Aussagen von Paul (siehe Anhang, S. 7)	38
Tabelle 9: Auszug aus den geordneten Aussagen von Paul (siehe Anhang, S. 7)	39
Tabelle 10: Verallgemeinerung des Konzeptes "Schmelzen als Auflösungsprozess/ Formverlust"	60
Tabelle 11: Verallgemeinerung des Konzeptes "Verdampfen als Austrocknungs- / Auflösungsprozess	61
Tabelle 12: Verallgemeinerung des Konzeptes "Stoffumwandlung in Luft"	61
Tabelle 13: Verallgemeinerung des Konzeptes "Wasserdampf ist sichtbar"	62
Tabelle 14: Verallgemeinerung des Konzeptes "Siedebblasen als Luftblasen" ..	63
Tabelle 15: Verallgemeinerung des Konzeptes "Wärme mit Stoffeigenschaften"	63

Tabelle 16: Verallgemeinerung des Konzeptes "Makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen"	64
Tabelle 17: Verallgemeinerung des Konzeptes "Menschliches Teilchenmodell"	65
Tabelle 18: Weitere Konzepte	65

1 Einleitung

„Kinder gelten bereits von sich aus an ihrer Umwelt interessiert. Sie wollen sich vergewissern, was um sie herum existiert und was in ihre Lebensvollzüge hineinwirkt“ (Hempel & Lüpkes, 2011, S. 12). Diese grundlegende Neugier bildet eine zentrale Voraussetzung für das naturwissenschaftliche Lernen im Sachunterricht der Grundschule. Kinder begegnen dabei Phänomenen wie dem Schmelzen von Eiswürfeln, dem Verdampfen von Wasser oder der Bildung von Wassertropfen im Alltag und entwickeln auf dieser Grundlage eigene Erklärungen für diese Phänomene. Diese Vorstellungen sind häufig stark an anschaulichen und alltagsnahen Erfahrungen orientiert und weichen nicht selten von naturwissenschaftlich korrekten Konzepten ab. Sie können somit sowohl Ausgangspunkt als auch eine Barriere für das Lernen im Sachunterricht darstellen.

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die systematische Erfassung von Schülervorstellungen zum Thema „Wasser“ im Primarbereich. Im Zentrum steht dabei die Rekonstruktion der kindlichen Konzepte zu den drei Aggregatzuständen sowie zu den zugehörigen Phasenübergängen. Besonderes Augenmerk liegt darauf, wie Kinder die Prozesse des Schmelzens, Siedens und Kondensierens anhand ihrer Beobachtungen erklären und ob sie dabei bereits ein intuitives Teilchenmodell benutzen.

Die Arbeit gliedert sich in einen theoretischen und einen empirischen Teil. Zunächst werden im theoretischen Rahmen zentrale fachliche und fachdidaktische Grundlagen dargestellt. Dazu zählen neben den physikalischen Konzepten zu den Aggregatzuständen und deren Phasenübergängen auch das Teilchenmodell sowie grundlegende Erkenntnisse der Forschung zu Schülervorstellungen und naturwissenschaftlichem Lernen im Sachunterricht der Grundschule. Darauf aufbauend wird im empirischen Teil das methodische Vorgehen der Untersuchung erläutert, bevor die erhobenen Daten ausgewertet und im Hinblick auf die Fragestellung interpretiert werden. Ziel dieser Arbeit ist es, auf dieser Grundlage Erkenntnisse zu gewinnen, die für die Gestaltung eines verstehensorientierten Sachunterrichts nutzbar gemacht werden können, indem sie Lehrkräften dabei helfen, Schülervorstellungen zu diagnostizieren, aufzugreifen und gezielt weiterzuentwickeln.

2 Theoretischer Rahmen

Zur Vorbereitung der vorliegenden Untersuchung werden im folgenden Kapitel die zentralen theoretischen Grundlagen dargelegt. Dabei wird zunächst die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts in der Grundschule betrachtet, um die Einbettung physikalischer Lerninhalte in diesen Unterrichtsbe- reich zu erläutern. Anschließend werden Schülervorstellungen sowie deren Be- deutung für den Unterricht untersucht. Schließlich werden fachliche Grundlagen zu den Aggregatzuständen von Wasser und zum Teilchenmodell behandelt, um die empirische Analyse der erhobenen Interviews fundiert einordnen zu können.

2.1 Physik im Sachunterricht der Grundschule

Physikalische Inhalte spielen im Bildungssystem eine zentrale Rolle. Gleichzei- tig zeigen aktuelle Studien deutliche Herausforderungen im Umgang mit diesen Inhalten. Der IQB-Bildungstrend ist eine bundesweite Vergleichsstudie, in der regelmäßig überprüft wird, inwieweit Schülerinnen und Schüler der neunten Klasse zentrale Bildungsstandards in Mathematik und den Naturwissenschaften erreichen (Dobralskaya, 2025). Die Ergebnisse der Erhebungen zwischen 2018 und 2024 weisen auf einen deutlichen Leistungsrückgang im naturwissenschaft- lichen Bereich hin, wobei insbesondere physikalische Kompetenzen betroffen sind (ebd.).

Neben den Leistungsdaten erfasst der IQB-Bildungstrend auch motivationale Aspekte des Lernens (ebd.). Die Ergebnisse zeigen, dass mehr als die Hälfte der befragten Schülerinnen und Schüler angibt, nur geringe Begeisterung für physi- kalische Inhalte zu empfinden (ebd.). Die Kombination aus sinkenden Kompe- tenzen und geringer Motivation macht deutlich, dass physikalisches Lernen für viele Lernende zunehmend als wenig zugänglich wahrgenommen wird.

Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, den Blick auf frühere Bildungs- phasen zu richten. In der Grundschule zeigen Kinder in der Regel noch ein hohes Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen und begegnen Phänome- nen ihrer Umwelt mit Neugier und Offenheit.

Demnach spielen physikalische Inhalte in der Praxis der Primarstufe eher eine untergeordnete Rolle, was unter anderem daran liegt, dass die Lehrkräfte selbst

kein Interesse an naturwissenschaftlichen Themen zeigen (Wodzinski, 2020). Erschwerend hinzu kommt, dass die Physik häufig auch in der Lehrerbildung selbst eine geringfügige Rolle einnimmt (ebd.). Aktuelle Diskussionen um den naturwissenschaftlichen Unterricht der Primarstufe werden wesentlich von drei Forderungen bestimmt, die auch die Konzeption des Perspektivrahmens Sachunterricht wesentlich geprägt hat:

1. „Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Primarstufe soll inhaltlich und methodisch anspruchsvoller werden.
2. Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Primarstufe soll anschlussfähig sein.
3. Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Primarstufe soll einen kumulativen und kohärenten Wissensaufbau unterstützen.“ (Wodzinski, 2020, S. 577f.)

Um langfristig tragfähige physikalische Vorstellungen aufzubauen, kommt dem Sachunterricht der Grundschule daher eine zentrale Bedeutung zu. Welche Ziele, Inhalte und didaktischen Leitlinien den Sachunterricht in diesem Zusammenhang strukturieren, wird im Perspektivrahmen Sachunterricht konkretisiert. Dieser bildet eine zentrale Grundlage für die Einordnung physikalischer Inhalte im Sachunterricht und wird im folgenden Unterkapitel näher betrachtet.

2.1.1 Perspektivrahmen Sachunterricht

„Die besondere Aufgabe des Sachunterrichts besteht darin, Schülerinnen und Schüler darin zu unterstützen, ihre natürliche, kulturelle, soziale und technische Umwelt sachbezogen zu verstehen, sie sich auf dieser Grundlage bildungswirksam zu erschließen und sich darin zu orientieren, mitzuwirken und zu handeln“ (GDSU, 2013, S. 9).

Dieses Leitbild verdeutlicht, dass der Sachunterricht der Grundschule nicht nur Wissen vermittelt, sondern die Kinder befähigt, ihre Umwelt aktiv zu erkunden und zu verstehen. Dabei bilden die Erfahrungen, Fähigkeiten und Erkenntnisse der Kinder den Ausgangspunkt des sachunterrichtlichen Lernens (GDSU, 2013). Auf dieser Grundlage erwerben sie Kenntnisse, Konzepte und Kompetenzen, die zugleich als Fundament für das weiterführende Lernen dienen (ebd.). Eine zentrale Aufgabe des Sachunterrichts besteht darin, sowohl anschlussfähig an die

individuellen Lernvoraussetzungen der Kinder zu sein als auch an das in Fachkulturen erarbeitete Wissen anzuknüpfen, das kontinuierlich gepflegt und weiterentwickelt wird (ebd.). So ermöglicht der Sachunterricht, dass Kinder auf ihren bisherigen Erfahrungen aufbauen und gleichzeitig schrittweise an die wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen herangeführt werden, die in weiterführenden Bildungsstufen relevant sind. Der „Perspektivrahmen Sachunterricht“ dient dabei als didaktische Orientierung für die Planung und Durchführung von Unterricht und definiert die zentralen Ziele, Inhalte und Kompetenzen, die im Sachunterricht vermittelt werden sollen. Strukturiert wird der Perspektivrahmen durch ein Kompetenzmodell. In Abbildung 1 wird das Kompetenzmodell des Perspektivrahmens Sachunterrichts dargestellt.

Dimension: Denk-, Arbeits- und Hand- lungs- weisen		perspektivenübergreifende Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen im Sachunterricht					
		erkennen/ verstehen	eigen- ständig erarbeiten	evalui- ren/ reflek- tieren	kommun- izieren/ mit ande- ren zu- sammen- arbeiten	Interessen entwickeln	umsetzen/ handeln
		z.B. sam- meln, ordnen, verglei- chen, struktu- rieren, vernetzen modellie- ren	z.B. beob- achten, Informa- tionen erschlie- ßen, re- cherchie- ren	z.B. bewer- ten, beur- teilen, einschät- zen, sich positionie- ren, Lern- prozesse reflektie- ren	z.B. mit- teilen, austau- schen, argumen- tieren	z.B. forschende Haltung entwickeln, fragen, vermuten, deuten	z.B. gestalten, Projekte durch- führen
perspektivenbezogene Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen	z.B. verhandeln, urteilen, partizipieren	sozialwissenschaftliche Perspektive Politik – Wirtschaft – Soziales				z.B. Demokratie	perspektivenbezogene Konzepte/ Themenbereiche
	z.B. die belebte und unlebte Natur untersu- chen, experi- mentieren	naturwissenschaftliche Perspektive belebte und unlebte Natur				z.B. Leben, Kraft	
	z.B. Räume er- kunden und sich in diesen orientieren	geographische Perspektive Räume – Naturgrundlagen – Lebenssituationen				z.B. Raum- nutzung	
	z.B. sich in Zei- ten orientieren; rekonstruieren	historische Perspektive Zeit – Wandel				z.B. Wandel	
	z.B. bauen, kon- struieren, her- stellen, Technik nutzen, bewerten und beurteilen	technische Perspektive Technik – Arbeit				z.B. Stabilität	
		z.B. „Mobilität“	z.B. „Ernährung“	z.B. gesellschaftliche „Kernfragen“ wie nachhaltige Entwicklung, Friede		Dimension: Konzepte/ Themen- bereiche	
perspektivenübergreifende Themenbereiche und Fragestellungen							

Abbildung 1: Das Kompetenzmodell des Perspektivrahmens Sachunterricht (GDSU, 2013, S. 13)

Bei der Bestimmung der zu erwerbenden Kompetenzen unterscheidet er die inhaltlichen von den prozeduralen Kompetenzen (GDSU, 2013). Die inhaltliche Dimension beinhaltet Themenbereiche, Fragestellungen und Konzepte, die dem Erwerb deklarativen Wissens dienen (ebd.). Währenddessen fördert die andere Dimension mit Hilfe von Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen prozedurales Wissen (ebd.). Beide Dimensionen müssen im Unterricht stets gleichzeitig berücksichtigt werden. Eine Handlungsweise kann nicht gefördert werden, ohne dass ein inhaltlicher Bezug gegeben ist, und ein inhaltlicher Input wird immer über die Anwendung entsprechender Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen vermittelt (ebd.). Die Vielperspektivität des Sachunterrichts wird betont, indem diese beiden Dimensionen sowohl *perspektivenbezogen* als auch *perspektivenübergreifend* ausgearbeitet werden. Die in Abbildung 1 dargestellten perspektivübergreifenden Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen markieren zentrale Fähigkeiten zur bildungswirksamen Erschließung der Lebenswelt (ebd.). Um die Anschlussfähigkeit an die Lebenswelterfahrungen und Interessen der Kinder sowie an die Sachfächer weiterführender Schulen zu sichern, werden im Perspektivrahmen Themenbereiche und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen in fünf Perspektiven strukturiert:

- Sozialwissenschaftliche Perspektive (Politik – Wirtschaft – Soziales)
- Naturwissenschaftliche Perspektive (belebte und unbelebte Natur)
- Geographische Perspektive (Räume – Naturgrundlagen – Lebenssituationen)
- Historische Perspektive (Zeit – Wandel)
- Technische Perspektive (Technik – Arbeit)

Diese Perspektiven berücksichtigen kindliche Erfahrungen. Sie sind klar voneinander abgrenzbar, um Kompetenzentwicklung nachvollziehbar zu machen und gewährleisten, dass zentrale Wissensbereiche angemessen berücksichtigt werden (ebd.).

Wie naturwissenschaftliches Lernen unter diesen Bedingungen im Sachunterricht der Grundschule gestaltet ist, wird im folgenden Abschnitt dargestellt.

2.1.2 Naturwissenschaftliches Lernen im Sachunterricht

Grundschul Kinder leben in einer Welt, die in hohem Maße von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und technischen Entwicklungen geprägt ist. Vor diesem Hintergrund kommt dem Sachunterricht die Aufgabe zu, Schülerinnen und Schüler schrittweise an grundlegende und belastbare naturwissenschaftliche Konzepte und Vorstellungen heranzuführen. Ziel dabei ist nicht lediglich die Vermittlung isolierten Faktenwissens, sondern vielmehr die Förderung eines grundlegenden Verständnisses für Naturphänomene sowie für naturwissenschaftliche Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen.

Die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts richtet sich dementsprechend auf Fragestellungen zu Phänomenen der belebten und unbelebten Natur sowie auf die Art und Weise, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden. Das innerhalb dieser Perspektive erworbene Wissen und Können stellt im Sinne einer anschlussfähigen Bildung eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiches Lernen in den weiterführenden naturwissenschaftlichen Fächern Physik, Chemie und Biologie dar (GDSU, 2013).

Ein zentraler Bestandteil naturwissenschaftlicher Bildung ist dabei naturwissenschaftliches Wissen, das nicht als starres Faktenwissen verstanden wird, sondern als flexibles, vernetztes und anwendbares Wissen (Steffensky et al., 2024). Dieses Wissen wird in inhaltsbezogenes und prozessbezogenes Wissen differenziert (ebd.). Inhaltsbezogenes Wissen umfasst Kenntnisse über naturwissenschaftliche Konzepte, Zusammenhänge, Gesetze, Theorien und Begriffe aus den Bereichen Biologie, Chemie und Physik. Prozessbezogenes Wissen bezieht sich hingegen auf das Wissen über die Generierung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, also auf Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen wie das Planen und Durchführen von Untersuchungen, das Auswerten von Beobachtungen sowie das Begründen und Reflektieren von Ergebnissen (ebd.). Beide Wissensbereiche stehen dabei in einem engen Zusammenhang und bedingen sich gegenseitig (ebd.).

An diese theoretischen Überlegungen knüpft der in der vorliegenden Arbeit untersuchte Inhaltsbereich der Aggregatzustände und ihrer Übergänge an. Im Perspektivrahmen Sachunterricht werden hierzu verschiedene perspektivenbezogene Themenbereiche der naturwissenschaftlichen Perspektive ausgewiesen (GDSU, 2013). In Abbildung 2 sind sowohl die perspektivenbezogenen Denk-,

Arbeits- und Handlungsweisen als auch die zentralen Themenbereiche der naturwissenschaftlichen Perspektive dargestellt.

Naturwissenschaftliche Perspektive	
Perspektivenbezogene Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen:	
DAH NAWI 1:	<i>Naturphänomene sachorientiert (objektiv) untersuchen und verstehen</i>
DAH NAWI 2:	<i>Naturwissenschaftliche Methoden aneignen und anwenden</i>
DAH NAWI 3:	<i>Naturphänomene auf Regelmäßigkeiten zurückführen</i>
DAH NAWI 4:	<i>Konsequenzen aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für das Alltagshandeln ableiten</i>
DAH NAWI 5:	<i>Naturwissenschaftliches Lernen bewerten und reflektieren</i>
Perspektivenbezogene Themenbereiche:	
TB NAWI 1:	<i>Nicht lebende Natur – Eigenschaften von Stoffen/ Körpern</i>
TB NAWI 2:	<i>Nicht lebende Natur – Stoffumwandlungen</i>
TB NAWI 3:	<i>Nicht lebende Natur – physikalische Vorgänge</i>
TB NAWI 4:	<i>Lebende Natur – Pflanzen, Tiere und ihre Unterteilungen</i>
TB NAWI 5:	<i>Lebende Natur – Entwicklungs- und Lebensbedingungen von Lebewesen</i>

Abbildung 2: Naturwissenschaftliche Perspektive (GDSU, 2013, S. 39)

Der Themenbereich der Aggregatzustände lässt sich insbesondere dem Bereich „Nicht lebende Natur - Eigenschaften von Stoffen/ Körpern“ zuordnen. Körper und Stoffe verfügen über physikalische und chemische Eigenschaften, die im Alltag sowie in der Arbeitswelt für menschliche Zwecke genutzt werden (ebd.). In diesem Zusammenhang sollen Schülerinnen und Schüler lernen, physikalische Eigenschaften von Körpern exemplarisch zu erfassen und zu beschreiben (ebd.).

Darüber hinaus ist das Thema in dem Themenbereich „Nicht lebende Natur - physikalische Vorgänge“ wiederzufinden. Körper können sich im Rahmen physikalischer Prozesse verändern, ohne dass neue Stoffe entstehen (ebd.). Schülerinnen und Schüler sollen in diesem Zusammenhang Veränderungen von Körpern in einfachen physikalischen Vorgängen, zum Beispiel bei der Veränderung des Aggregatzustands, untersuchen, beobachten und beschreiben können (ebd.). Die für das Verständnis der Aggregatzustände und ihrer Übergänge notwendigen

fachlichen Grundlagen werden im weiteren Verlauf der Arbeit im Kapitel 2.3 ausführlicher beschrieben.

Die dargestellten Grundlagen naturwissenschaftlichen Lernens machen deutlich, dass der Aufbau fachlicher Konzepte im Sachunterricht nicht losgelöst von den individuellen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler betrachtet werden kann. Grundschul Kinder bringen bereits vielfältige Alltagsvorstellungen zu Naturphänomenen mit, die ihr Lernen maßgeblich beeinflussen. Vor diesem Hintergrund widmet sich das folgende Kapitel den Schülervorstellungen und ihrer Relevanz für das naturwissenschaftliche Lernen.

2.2 Schülervorstellungen

Schülerinnen und Schüler bringen bereits vor dem Unterricht eigene Vorstellungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen mit, die ihr Verständnis neuer Lerninhalte maßgeblich beeinflussen können. Diese Vorstellungen entstehen meist aus Alltagserfahrungen und prägen die individuelle Deutung naturwissenschaftlicher Sachverhalte. Für den Sachunterricht ergibt sich daraus die Notwendigkeit, Schülervorstellungen zu berücksichtigen und gezielt in den Lernprozess einzubeziehen.

2.2.1 Begriffsbestimmung

Schülerinnen und Schüler treten nicht als unbeschriebene Blätter in den Unterricht ein. Sie bringen bereits ein komplexes System an Erklärungen mit, um die Phänomene ihrer Lebenswelt zu beschreiben und zu deuten. In der Fachdidaktik werden diese Erklärungen als „Schülervorstellungen“ bezeichnet. Schecker und Duit (2018) definieren den Begriff als Dispositionen der Lernenden, „physikalische Begriffe in einer bestimmten Weise zu interpretieren oder Phänomene in einer bestimmten Weise zu beschreiben, die sich von der fachphysikalischen Darstellung unterscheidet“ (S. 9). So können im Schülerdenken zum gleichen Sachverhalt unterschiedliche Schülervorstellungen nebeneinander und parallel zu physikalischen Vorstellungen koexistieren (ebd.).

In der Forschungsgeschichte hat sich die Sichtweise auf dieses Vorwissen gewandelt. Während man früher defizitorientiert von „Fehlvorstellungen“ sprach, wird heute der neutrale Begriff „Schülervorstellung“ bevorzugt, um die Eigenlogik der kindlichen Konzepte anzuerkennen (ebd.). Auch Bezeichnungen wie „Präkonzepte“ oder „Vorverständnis“ werden in der Forschung verwendet. Das „Prä-“ in Präkonzept und das „Vor-“ in Vorverständnis bezeichnet dabei die kognitive Voraussetzung, mit der sich Schülerinnen und Schüler einem neuen Lerngegenstand annähern (ebd.). Diese können zunächst aus dem Alltag stammen und sich dann im weiteren Verlauf durch den Unterricht verändern. Heute ist „Schülervorstellung“ der neutrale Begriff und wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit verwendet.

Eine wichtige Erkenntnis ist, dass diese Vorstellungen sehr hartnäckig sein können. Sie prägen entscheidend, wie Kinder neue naturwissenschaftliche Begriffe aufnehmen und verstehen (Duit, 1997).

Doch wie entstehen diese oft sehr hartnäckigen Vorstellungen und woher stammen sie?

Nach Schecker und Duit (2018) lassen sich die Ursprünge dieser vorunterrichtlichen Konzepte im Wesentlichen auf drei zentrale Bereiche zurückführen:

Alltagssprache: Die Sprache des täglichen Lebens verwendet Begriffe oft unpräzise oder in einer Weise, die von der fachwissenschaftlichen Definition abweicht. Dennoch stellt die Umgangssprache oder Alltagssprache eine wichtige Quelle von Schülervorstellungen dar. Die Umgangssprache belegt Wörter häufig mit Bedeutungen, die sich fundamental von der physikalischen Definition des identischen Begriffs unterscheiden (ebd.). Während physikalische Begriffe eine präzise, eng definierte Bedeutung haben, ist der Gehalt umgangssprachlicher Begriffe meist breiter und unschärfer gefasst (ebd.).

Wahrnehmungsmuster: Eine weitere wichtige Quelle nimmt Bezug auf die Wahrnehmungsmuster von Schülerinnen und Schülern, bei denen manche Schülervorstellungen auf grafische Veranschaulichungen zurückzuführen sind (ebd.). Problematisch bei den meisten grafischen Veranschaulichungen ist die meist unangemessene Vermittlung im Unterricht, da dort zu wenig auf den Modellcharakter eingegangen wird (ebd.).

Erfahrungen: Diese Erfahrungen und Vorstellungen stammen überwiegend aus einem außerschulischen und aus dem alltäglichen Leben der Schülerinnen und Schüler (ebd.).

Die Tatsache, dass vorunterrichtliche Vorstellungen so stabil im Denken verankert sind, macht sie zum entscheidenden Faktor für die Unterrichtsgestaltung. Sie können nicht einfach ignoriert werden, sondern müssen als notwendiger Ausgangspunkt für den Lernprozess begriffen werden. Welche Bedeutung sich daraus für die Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht ergibt, wird im folgenden Kapitel erläutert.

2.2.2 Umgang mit Schülervorstellungen im Unterricht

Vorunterrichtliche Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern erschweren einerseits die Sichtweisen des Erlernens naturwissenschaftlicher Begriffe und andererseits stellen sie unverzichtbare Ausgangspunkte für ein erfolgreiches naturwissenschaftliches Lernen dar (Duit, 1997). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Schülervorstellungen im Unterricht zu berücksichtigen und Lernwege so zu planen, dass es zu einem bewussten Nebeneinander eines physikalischen Konzepts und der Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler kommt. Das letztendliche Ziel des Physikunterrichts besteht nun darin, dass Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, zwischen den verschiedenen Konzepten unterscheiden zu können (Wilhelm & Schecker, 2018). „Die Fähigkeit, physikalische Vorstellungen und Schülervorstellungen bewusst voneinander abgrenzen zu können, erfordert eine Veränderung bzw. Weiterentwicklung der Schülervorstellungen“ (Wilhelm & Schecker, 2018, S. 40) und wird in der Fachdidaktik als Konzeptwechsel bezeichnet. Genauere Informationen dazu folgen im nächsten Kapitel 2.2.3.

Der richtige Umgang mit Schülervorstellungen ist dabei maßgeblich von dem angestrebten Lernweg abhängig. Wie Wilhelm und Schecker (2018) erläutern, lassen sich für die Planung und Durchführung grundsätzlich zwei unterschiedliche Modelle heranziehen. Die Entscheidung fällt dabei zwischen Konzeptionen, die einen kontinuierlichen Lernweg verfolgen, indem sie an bestehenden Vorstellungen anknüpfen oder diese umdeuten, und diskontinuierlichen Ansätzen,

bei denen die Schülervorstellungen gezielt aufgegriffen werden, um sie unmittelbar mit der physikalischen Fachsicht zu konfrontieren (ebd.).

Im Sinne eines kontinuierlichen Lernwegs werden die physikalischen Konzepte allmählich entwickelt und es wird versucht, an bestehende ausbaufähige Schülervorstellungen anzuknüpfen, um diese neu abzugrenzen und Schritt für Schritt zur fachlichen Sichtweise zu führen (ebd.). Im Schulkontext bedeutet dies, dass physikalische Grundideen vorwiegend durch die direkte Lehrer-Instruktion eingeführt werden sollen, was eine durchdachte Führung der Lehrkraft implementiert (ebd.). Anwendungsaufgaben sollen dahingegen „problemorientiert, offen und schülerzentriert“ (Wilhelm & Schecker, 2018, S. 51) durchgeführt werden. Daraus ergibt sich für die Lernenden die Chance, physikalische Sachverhalte mit dem zuvor durch die Lehrkraft vermittelten Wissen zu verknüpfen. Didaktisch gesehen besteht die zentrale Aufgabe demnach darin, ein Lernangebot sowie Experimente zu entwickeln, mit denen „durch geeignete Schlüsselreize anknüpfungsfähige vorunterrichtliche Vorstellungen aktiviert werden“ (Wilhelm & Schecker, 2018, S. 51). Um einen kontinuierlichen Lernweg im Unterricht erfolgreich umzusetzen, gibt es drei verschiedene Aufbaustrategien, die in der Praxis ineinander übergehen. Bei der ersten Strategie, die des *Umgehens*, wird, wie der Name es schon impliziert, der Unterricht inhaltlich so aufgebaut, dass bekannte, fachlich falsche Schülervorstellungen bewusst umgangen werden (ebd.). Demgegenüber knüpft die zweite Variante an ausbaufähige Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bewusst an, um diese dann zu physikalisch korrekten Vorstellungen weiterzuentwickeln (ebd.). Es handelt sich in diesem Zusammenhang um die Variante des *Anknüpfens*. Um das Selbstvertrauen der Lernenden zu stärken, betont die dritte Variante, das *Umdeuten*, die Richtigkeit ihrer Überlegungen. Die Herausforderung wird hierbei nicht als inhaltlicher Fehler, sondern als rein sprachliche Anpassung an die Physik kommuniziert (ebd.).

Möchte man als Lehrkraft im Gegenteil ein schlagartiges Umdenken bei den Schülerinnen und Schülern bewirken, versucht man bei den Lernenden einen kognitiven Konflikt zu erzeugen (ebd.). Bei diesem Ansatz spielen Experimente eine entscheidende Rolle. Ziel ist es, dass die Lernenden bei Experimenten eine deutliche Diskrepanz zwischen ihren Vorstellungen und dem tatsächlich eintretenden Ergebnis sehen (ebd.). Diese Konfrontation soll im weiteren Verlauf dann den Wunsch nach einem korrekten Konzept auf Seiten der Lernenden wecken

(ebd.). Anschließend versucht die Lehrkraft, diesen Konflikt erfolgreich aufzulösen. Die dahinterliegende Strategie ist die des Konzeptwechsels. Was unter einem Konzeptwechsel verstanden wird, wird in dem folgenden Kapitel genauer beleuchtet. Das beschriebene Vorgehen hat jedoch zwei Probleme. Zum einen kann es zu Aktivierungen von Vorstellungen kommen, die sonst gar nicht im Unterricht zum Tragen gekommen wären, und zum anderen ist es fraglich, ob die Schülerinnen und Schüler auch wirklich den Unterschied zwischen dem Ausgang des Experiments und ihren Vorhersagen erkennen oder ob sie lediglich ihre Vorstellungen in das Experiment hineininterpretieren (ebd.).

Obwohl sich die methodische Herangehensweise unterscheidet, zielen letztlich beide Lernwege auf einen Konzeptwechsel auf Seiten der Lernenden ab. Die Entscheidung für eine Strategie hängt dabei von weiteren Zielsetzungen ab. Sollen wissenschaftstheoretische Aspekte oder metakognitive Betrachtungen thematisiert werden, bieten sich kognitive Konflikte und diskontinuierliche Wege besonders an (ebd.). Erscheint dieser Prozess kognitiv zu anspruchsvoll, empfiehlt sich der kontinuierliche Weg, sofern tragfähige Anknüpfungspunkte existieren (ebd.).

2.2.3 Konzeptwechsel

Wie im vorangegangenen Kapitel dargelegt, zielen sowohl kontinuierliche als auch diskontinuierliche Lernwege darauf ab, eine Veränderung der bestehenden Schülervorstellungen zu bewirken. Dazu sollen die Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht einen Konzeptwechsel erlangen.

Der Begriff „Conceptual Change“ wurde bereits in den 1980er Jahren eingeführt und bezeichnet die Veränderung der bestehenden Wissenssysteme, damit ein erfolgreiches Lernen naturwissenschaftlicher Konzepte gelingen kann (Hopf & Wilhelm, 2018). Es wurde zunächst davon ausgegangen, „dass bei einem Conceptual Change physikalisch inadäquate Vorstellungen von Lernenden durch physikalisch korrekte Vorstellungen ersetzt werden müssen“ (Hopf & Wilhelm, 2018, S. 28). Der Begriff legt somit nahe, dass Lernen als Wechsel von einem Konzept zum anderen Konzept angesehen wird. Allerdings findet ein solches Auswechseln der Konzepte nicht statt, denn die vorunterrichtlichen

Vorstellungen erweisen sich als äußerst standhaft und lassen sich demnach nicht so einfach auslöschen (Duit, 1997). Zusätzlich hat sich gezeigt, dass die Prozesse eines Konzeptwechsels nicht schlagartig ablaufen, sondern langsam und schrittweise (Hopf & Wilhelm, 2018). Stattdessen bedeutet Lernen in den Naturwissenschaften, Schülerinnen und Schüler davon zu überzeugen, dass die naturwissenschaftlichen Vorstellungen in bestimmten Situationen angemessener sind als die vorunterrichtlichen Alltagsvorstellungen (Duit, 2020).

Damit ein Konzeptwechsel gelingen kann, wurden von Posner et al. (1982, zitiert nach Duit, 2020) vier wesentliche Bedingungen aufgestellt:

1. „Die Lernenden müssen mit den bereits vorhandenen Vorstellungen unzufrieden sein.
2. Die neue Vorstellung muss logisch verständlich sein.
3. Sie muss einleuchtend, also intuitiv plausibel, sein.
4. Sie muss fruchtbar, d. h. in neuen Situationen erfolgreich sein“ (Duit, 2020, S. 348).

2.3 Fachliche Grundlagen

Um entscheidende Aussagen über die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Schülervorstellungen zum Thema Wasser machen zu können, muss zuerst der Bezugsrahmen des Themenbereichs festgelegt werden. Hierzu werden zunächst die Aggregatzustände und deren Wechsel definiert. Da deren Erklärung untrennbar mit dem Teilchenmodell verbunden ist, wird dieses in Kapitel 2.3.3 theoretisch eingeordnet, bevor Kapitel 2.3.4 die Brücke zu den spezifischen Schülervorstellungen schlägt.

2.3.1 Aggregatzustände von Wasser

Allgemein kann jeder Stoff in Abhängigkeit von seiner Temperatur in verschiedenen Zustandsformen vorliegen (Schmiermund, 2019). Diese unterschiedlichen Formen werden als Aggregatzustände bezeichnet. Wasser tritt in der Natur in den drei klassischen Erscheinungsformen fest (Eis), flüssig (Wasser) und gasförmig (Wasserdampf) auf (LEIFIchemie, o. D.).

Um dieses Phänomen sowie die physikalischen Hintergründe fachwissenschaftlich zu beschreiben, ist der Rückgriff auf das Teilchenmodell zentral. Obwohl dieses Modell sowie seine theoretischen Grundlagen in Kapitel 2.3.3 noch explizit dargelegt werden, ist die Verwendung der entsprechenden Begrifflichkeiten bereits an dieser Stelle notwendig, um die Unterschiede zwischen den Aggregatzuständen präzise darzulegen. Dem Erklärungsmodell liegt die Annahme zugrunde, dass jeder Stoff aus kleinsten Einheiten besteht, die sich in ständiger, ungeordneter Bewegung befinden (Lange-Schubert et al., 2017). Da Wasser ein molekular aufgebauter Stoff ist, handelt es sich bei diesen Einheiten spezifisch um Wassermoleküle. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Zuständen lassen sich durch die Unterschiede im molekularen Aufbau und den intermolekularen Anziehungskräften erklären (ebd.).

Fester Aggregatzustand (Eis):

Im festen Zustand weisen die Wassermoleküle eine recht strenge Ordnung auf und sind in einer Gitterstruktur angeordnet (ebd.). Die Moleküle liegen dicht aneinander, wodurch die Anziehungskräfte zwischen ihnen maximal wirken können (ebd.). Die Eigenbewegung der Teilchen beschränkt sich hierbei auf ein Schwingen um ihre räumlich fixierte Position. Da die Moleküle nicht über ausreichend Energie verfügen, um diese starken Anziehungskräfte zu überwinden, können sie ihren Platz nicht verlassen und sich nicht frei im Raum voneinander wegbewegen (LEIFIchemie, o. D.).

Flüssiger Aggregatzustand (Wasser):

Wird dem System Energie hinzugefügt, erhöht sich die Bewegung der Teilchen. Sobald der Energiegehalt groß genug ist, um die Anziehungskräfte teilweise zu überwinden, verlassen die Moleküle ihren Platz (LEIFIchemie, o. D.). Daraus folgt, dass das Eis schmilzt und flüssig wird. In dieser Phase sind die Moleküle deutlich beweglicher. Zwar ist ihr Abstand weiterhin gering und die Anziehungskräfte bleiben hoch, jedoch besitzen sie keine feste Ordnung mehr und können sich relativ frei bewegen (Lange-Schubert et al., 2017). Dies kann daran erkannt werden, dass Flüssigkeiten, Wasser, sich der Form eines Gefäßes anpassen können, ohne dass sichtbare Lücken entstehen.

Gasförmiger Aggregatzustand (Wasserdampf):

Bei einer noch höheren Energiezufuhr bewegen sich die Teilchen so schnell, dass die Anziehungskräfte nahezu vollständig überwunden werden und sich die Moleküle frei bewegen können (LEIFIchemie, o. D.). Ist eine Flüssigkeit vollständig verdampft, nimmt das Gas bei gleichbleibender Molekülanzahl ein deutlich größeres Volumen ein (Lange-Schubert et al., 2017). Dies liegt begründet in den sehr großen Abständen zwischen den Teilchen, die im Raum ungeordnet umherfliegen, aneinanderstoßen und voneinander abprallen (LEIFIchemie, o. D.).

2.3.2 Aggregatzustandswechsel

Der Übergang zwischen den in Kapitel 2.3.1 beschriebenen Zustandsformen ist kein statisches Ereignis, sondern ein dynamischer physikalischer Prozess. Diese Wechsel werden primär durch die Änderung der Temperatur und damit der kinetischen Energie der Teilchen hervorgerufen. Einen Überblick über die verschiedenen Wechselprozesse und deren fachwissenschaftliche Bezeichnungen bietet die folgende Abbildung 3:

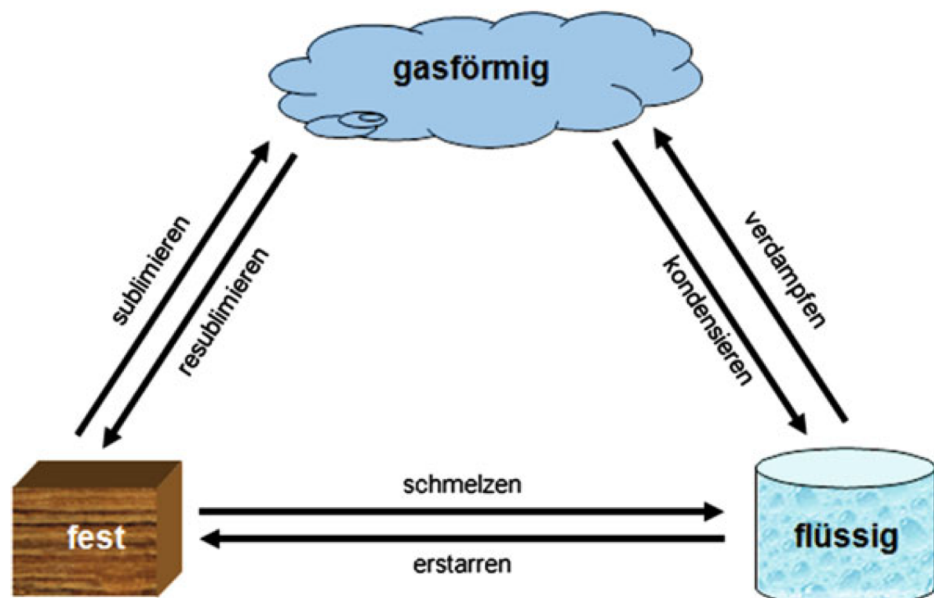


Abbildung 3: Aggregatzustandsänderungen (Schmiermund, 2019, S. 30)

Übergänge zwischen festem Eis und flüssigem Wasser:

Der Übergang von gefrorenem Eis zu flüssigem Wasser wird als **Schmelzen** bezeichnet, wobei die zugehörige Temperatur als **Schmelzpunkt** definiert ist, der bei Wasser unter Normalbedingungen bei 0°C liegt (Schmiermund, 2019). Wird die Temperatur erhöht, verstärkt sich auf Teilchenebene zunächst die regellose Bewegung der einzelnen Teilchen um ihre feste Position im Gitter (Lange-Schubert et al., 2017). Ist der Schmelzpunkt erreicht, ändert sich der Zustand des Stoffes und die Wassermoleküle verlassen ihre geordnete Position im Molekül-gitter (ebd.).

Der umgekehrte Vorgang wird als **Erstarren** bezeichnet und die dazugehörige Temperatur als Erstarrungs- oder **Gefrierpunkt** (Schmiermund, 2019). Kühlt flüssiges Wasser wieder ab, sinkt die mittlere kinetische Energie der Wassermoleküle (Grohmann et al., 2011). Ab dem Gefrierpunkt sind einige der Moleküle so energiearm, dass sie von den starken zwischenmolekularen Kräften zu einem Feststoff, einem Eiskristall, zusammengefügt werden können (ebd.).

Übergänge zwischen flüssigem Wasser und gasförmigem Wasserdampf:

Wird flüssiges Wasser weiterhin erwärmt, nimmt die unregelmäßige Bewegung der Moleküle zu (Lange-Schubert et al., 2017). Die Moleküle stoßen ständig aneinander und übertragen dabei ihre Bewegungsenergie aufeinander (ebd.). Einige der Moleküle sind daraufhin in der Lage, die Anziehungskräfte des Teilchenverbands vollständig zu überwinden, und treten somit in ihre Umgebung aus (ebd.). Dieser Übergang von flüssigem zu gasförmigem Wasser wird als **Sieden** oder **Verdampfen** bezeichnet und die dazugehörige Temperatur als **Siedepunkt** (Schmiermund, 2019). „Einige Moleküle haben auch unterhalb des Siedepunktes bereits so viel kinetische Energie, dass sie den Teilchenverband des flüssigen Wassers verlassen und sich als Wasserdampf unter die Luft mischen können“ (Grohmann et al., 2011, S. 52). Beim Erreichen der Siedetemperatur bilden sich schließlich Dampfblasen (= gasförmiges Wasser) im Inneren des flüssigen Wassers (Lange-Schubert et al., 2017). Die nun weiter zugeführte Wärmeenergie wird vollständig dazu aufgewendet, die Moleküle aus dem Verband der Flüssigkeit zu entfernen (ebd.). Die Temperatur des Wassers bleibt dabei so lange konstant bei 100°C (Siedepunkt von Wasser), bis die gesamte Flüssigkeit verdampft ist (ebd.).

Der Vorgang, wenn aus Wasserdampf wieder flüssiges Wasser wird, wird als **Kondensation** bezeichnet (Schmiermund, 2019). Kommt es zu einer Abkühlung, bewegen sich die einzelnen Moleküle wieder langsamer und treten wieder in den Molekülverband ein (Lange-Schubert et al., 2017). Zu beachten ist, dass erst, wenn alle Teilchen des Dampfs wieder zur Flüssigkeit geworden sind, auch die entstandene Flüssigkeit wieder abkühlt (Schmiermund, 2019).

Übergänge zwischen festem Eis und gasförmigem Wasserdampf:

Auch festes Eis kann „verdampfen“, ohne zuvor flüssig zu werden. Dieser Vorgang wird als **Sublimation** bezeichnet (Schmiermund, 2019). Auf Teilchenebene kommt es zu diesem Vorgang, wenn die energiereichsten Teilchen eines Feststoffes die Bindungskräfte aufgrund ihrer Wärmebewegung überwinden (ebd.). Diese Teilchen können dann direkt in die Gasphase übergehen, ohne den flüssigen Zustand zu durchlaufen. Beobachtbar ist dieser Effekt besonders stark in den kalten Jahreszeiten, wenn Eis und Schnee auch bei langanhaltender Kälte langsam verschwinden (Grohmann et al., 2011).

Der umgekehrte Übergang von Wasserdampf direkt zu festem Eis wird als **Resublimation** bezeichnet (Schmiermund, 2019).

2.3.3 Modelle im Physikunterricht: Das Teilchenmodell

In der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung nehmen Modelle eine zentrale Rolle ein. Wissenschaftler konstruieren Modelle primär, um komplexe Phänomene der Realität handhabbar zu machen, Erklärungen zu generieren und Vorhersagen zu treffen (Lange-Schubert et al., 2017). Dabei müssen Modelle im Unterricht einen Spagat leisten. Sie sollen einerseits Schlüsselmerkmale eines Sachverhalts hervorheben, um einfach und schnell erschließbar zu sein, dürfen dabei andererseits den Anspruch auf inhaltliche Korrektheit nicht verlieren (ebd.). Ein entscheidendes Qualitätsmerkmal ist hierbei die Zweckmäßigkeit. Da Modelle niemals exakte Kopien der Realität sind, existieren je nach Fragestellung oft verschiedene Modelle nebeneinander (ebd.). Sie sind somit nicht als richtig oder falsch zu bewerten, sondern danach, ob sie für die Lösung eines spezifischen Problems geeignet sind (ebd.).

Das Teilchenmodell stellt in dieser Hinsicht ein fundamentales Beispiel für die unterrichtliche Modellbildung dar. Seine Bedeutung für die vorliegende Arbeit ergibt sich daraus, dass es als universelles Deutungswerkzeug fungiert, um eine Vielzahl verschiedenartiger Phänomene, wie etwa die Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig, unter einer einheitlichen theoretischen Klammer zu erklären (Duit, 2020).

Trotz dieser zentralen Rolle belegen zahlreiche Untersuchungen, dass Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe erhebliche Schwierigkeiten bei der Anwendung dieses Modells haben. Selbst nach mehrjährigem Physikunterricht lässt sich oft kaum eine nachhaltige Konzeptveränderung feststellen (ebd.). Die Lernenden verharren häufig bei ihren vorunterrichtlichen Alltagsvorstellungen, statt wissenschaftlich fundierte Modellvorstellungen zu entwickeln (ebd.). Obwohl das Teilchenmodell im Sachunterricht der Primarstufe in der Regel noch nicht explizit thematisiert wird, zeigen Untersuchungen, dass bereits Grundschulkin-der intuitive Bezüge zu solchen Vorstellungen herstellen.

Ein wesentlicher Grund für diese Lernhürde liegt im naiven Modellverständnis vieler Lernender. Anstatt Modelle als zweckmäßige Konstrukte zu begreifen, werden sie oft als wirklichkeitsgetreue Abbildungen der Realität missverstanden (Lange-Schubert et al., 2017). Das Teilchenmodell verlässt den Bereich der unmittelbaren sinnlichen Wahrnehmung und stößt in eine Dimension vor, in der gewohnte Anschauungen nicht mehr greifen (ebd.). Um diesen abstrakten Bereich zugänglich zu machen, nutzt die Didaktik Analogien zur Alltagswelt, wie beispielsweise die Darstellung von Teilchen als kleine Kugeln. Dies führt jedoch häufig dazu, dass Schülerinnen und Schüler die Gesetze der makroskopischen Welt fälschlicherweise auf die Teilchenebene übertragen, obwohl dort gänzlich andere physikalische Regeln gelten (ebd.).

Um diesen Schwierigkeiten eine fachlich präzise Definition gegenüberzustellen, bietet sich das einfache Teilchenmodell nach Fischler und Schecker (2018) an:

- Jede Materie, d. h. jeder Körper, besteht aus kleinsten Teilchen (Atomen, Molekülen), die einzeln nicht sichtbar sind. Zwischen den Teilchen ist leerer Raum.

- Über Form oder andere äußere Merkmale, die man von Objekten aus der Anfass- und Vorzeigrealität kennt, lassen sich bei den kleinsten Teilchen keine Aussagen machen.
- Die Teilchen befinden sich in ständiger Bewegung. Die Zusammenstöße zwischen den Teilchen sind vollkommen elastisch. Die mittlere kinetische Energie der Teilchen bleibt daher bei einer bestimmten Temperatur konstant.
- Eine Temperaturerhöhung der Materie bedeutet eine Erhöhung der mittleren kinetischen Energie der Teilchen.
- Zwischen den Teilchen wirken Kräfte, die stark von ihrem Abstand zueinander abhängen. Sie können bei (idealen) Gasen wegen der relativ großen Abstände vernachlässigt werden. Bei Flüssigkeiten sind die Anziehungskräfte verantwortlich für das konstante Volumen und bei Festkörpern sind sie der Grund für die feste Form eines Materiestücks.
- Für die Phasenübergänge fest => flüssig und flüssig => gasförmig muss einem Körper Energie zugeführt werden, damit seine Teilchen sich trotz der Anziehungskräfte freier bewegen können. Während der Phasenübergänge bleibt die Temperatur trotz der Energiezufuhr unverändert, da die zusätzliche Energie für die Arbeit gegen die Anziehungskräfte verwendet wird.
- Durch den Aufprall von Gasteilchen auf die Wände eines Behälters wird eine Kraft auf die Wand ausgeübt, die ein Maß für den Druck im Inneren des Gases ist. (S. 142)

Die Verwendung des Teilchenmodells in der Primarstufe stellt ein kontrovers diskutiertes Thema dar. Befürworter des Teilchenmodells betonen, dass es von enormer Bedeutung sei, Kinder frühzeitig an anspruchsvolle Konzepte der Naturwissenschaften heranzuführen (Wodzinski, 2020). Dennoch zeigt die Unterrichtspraxis, dass dieser frühe Zugang an spezifische kognitive Grenzen stößt. Das folgende Kapitel beleuchtet diese Herausforderungen im Detail, indem es

aufzeigt, wie tief verwurzelte Alltagsvorstellungen den Erwerb eines wissenschaftlich fundierten Teilchenverständnisses beeinflussen können.

2.3.4 Schülervorstellungen zum Teilchenmodell und den Aggregatzuständen

Die Erforschung von Schülervorstellungen hatte in den 1970er Jahren ihren ersten Aufschwung. Seitdem stehen Schülervorstellungen häufig im Mittelpunkt fachdidaktischer Forschungen (Schecker & Duit, 2018). Während für den Bereich der Sekundarstufe bereits ein breites Korpus an Untersuchungen zu Vorstellungen über das Teilchenmodell vorliegt, gibt es für die Primarstufe kaum konkrete Befunde. Dennoch lassen sich die Ergebnisse der Sekundarstufe gut als Orientierung nutzen, da Kinder bereits mit festen Alltagsvorstellungen in den Unterricht kommen. Diese vorgefertigten Ideen beeinflussen maßgeblich, wie sie wissenschaftliche Modelle verstehen und verarbeiten.

Wie bereits in Kapitel 2.3.3 erläutert, besteht die Funktion wissenschaftlicher Modelle darin, wesentliche Merkmale hervorzuheben und als theoretische Stütze bei der Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene zu dienen. Allerdings werden Modellvorstellungen, wie zum Beispiel das Teilchenmodell der Materie, nur selten von Schülerinnen und Schülern für eine Erklärung herangezogen (Duit, 2020). Wird das Teilchenmodell jedoch als Erklärung vorgegeben, nehmen die Schülerinnen und Schüler dieses an. Dabei zeigt sich allerdings ein gravierendes Problem. Die Lernenden übertragen ihre Erfahrungen mit sichtbaren Gegenständen direkt auf die unsichtbaren Teilchen. Genauer gesagt, werden Objekten der Mikrowelt Eigenschaften makroskopischer Körper zugeschrieben (Fischler & Schecker, 2018). Lernende stellen sich Teilchen oft wie winzige Objekte vor, die angefasst werden können. Sie schreiben ihnen Eigenschaften zu wie Temperatur, Farbe oder eine feste Form (ebd.). Ein bekanntes Beispiel ist die Aussage, dass Teilchen eine Farbe besitzen und sich bei Erwärmung ausdehnen (ebd.). Die Kinder glauben demnach, dass bei Hitze nicht nur der Abstand zwischen den Teilchen größer wird, sondern die Teilchen selbst wachsen. Solche Vorstellungen werden im Unterricht oft ungewollt gefördert. Ungeeignete Bilder in Schulbüchern oder Erklärungen, die zu nah an Alltagsobjekten bleiben, erwecken den Anschein, als könnte man sich alle abstrakten Sachverhalte der Physik

dinglich vorstellen (ebd.). Die Anwendung eines sonst hilfreichen didaktischen Prinzips steht somit dem Erwerb eines angemessenen physikalischen Verständnisses entgegen (ebd.). Auch beim Verdampfen orientieren sich Kinder an Erfahrungen aus ihrer Alltagswelt. Dies führt zu Äußerungen wie „Irgendwann verdampfen die Teilchen, bevor sie so groß werden, dass man sie sehen kann“ (Fischler & Schecker, 2018, S. 142). Bei dieser Aussage wird deutlich, dass die Kinder das Verschwinden des Wassers damit erklären, dass die zuvor gewachsenen Teilchen sich im Gaszustand schlicht auflösen. Ebenso schwierig ist die Vorstellung der ständigen Teilchenbewegung. Viele Kinder gehen von einem natürlichen Zur-Ruhe-Kommen aus: „Die Bewegung von Teilchen hört nach gewisser Zeit von selbst auf“ (Fischler & Schecker, 2018, S. 142). Da sie aus dem Alltag wissen, dass jeder rollende Ball durch Reibung irgendwann stoppt, erscheint ihnen eine ewige Eigenbewegung der Teilchen unlogisch. Besonders jüngere Kinder neigen zu dieser statischen Vorstellung.

Eine der größten Hürden beim Verständnis des Teilchenmodells ist die Vorstellung des absoluten Vakuums, da ein leerer Raum der menschlichen Sinneswahrnehmung widerspricht. Da Kinder Materie im Alltag als lückenlose Masse erleben, füllen sie die Zwischenräume der Teilchen gedanklich mit anderen Stoffen aus. Häufig wird dabei angenommen, dass sich zwischen den Teilchen Luft befindet, die als kontinuierlicher Stoff alle Lücken vollständig schließt (Fischler & Schecker, 2018). Eine weitere verbreitete Vorstellung ist die Idee, dass der Raum zwischen den Teilchen mit demselben Stoff in verdünnter Form gefüllt sei (ebd.). Letztlich zeigt diese Problematik, dass Lernende versuchen, das wissenschaftliche Diskontinuum in ihre vertraute Kontinuumsvorstellung zu integrieren, um das für sie Unvorstellbare „Nichts“ zu vermeiden.

Die Chemiedidaktikerin Pfundt (1981, zitiert nach Fischler & Schecker, 2018) befragte Schülerinnen und Schüler der Klassen 7, 8 und 9 nach ihren Vorstellungen über die Vorgänge des Verdampfens beziehungsweise Kondensierens. Mit ihren Ergebnissen bestätigte sie eine frühere Aussage von Jung (1978, zitiert nach Fischler & Schecker, 2018), dass Aussagen zum diskreten oder kontinuierlichen Charakter von Materie stark kontextabhängig sind. Auch Peuckert hat einige Jahre später ähnliche Ergebnisse erhalten: „Kontinuumsdenken scheint vor allem kontextuell bedingt zu sein. Die Möglichkeit lokal erfolgreicher Lösungen

bzw. kognitiver Konflikte entscheidet hier über die jeweiligen Schülervorstellungen“ (Peuckert, 2006, S. 85).

Ergänzend zu diesen strukturellen Hürden des Modellverständnisses zeigen fachdidaktische Erkenntnisse, dass Grundschul Kinder auch erhebliche Schwierigkeiten bei der stofflichen Einordnung von Aggregatzuständen haben. Wasser wird im Anfangsunterricht dem Alltagsgebrauch entsprechend meist nur im flüssigen Zustand als „Wasser“ identifiziert (Wodzinski & Wilhelm, 2018). Die naturwissenschaftliche Sichtweise, dass Wasser trotz unterschiedlicher Zustandsformen derselben Stoffsubstanz entspricht und die Stoffmenge beim Wechsel des Zustands erhalten bleibt, ist für Kinder ohne eine gefestigte Idee der Materieerhaltung kaum nachvollziehbar (ebd.). Dies tritt besonders bei der Verdunstung zutage. Hier dominieren Vorstellungen, nach denen sich Wasser schlichtweg in Nichts auflöst oder eine stoffliche Umwandlung in Luft stattfindet (ebd.).

Zudem erschwert die Unschärfe der Alltagssprache den Aufbau korrekter Konzepte. Was umgangssprachlich als Dampf über einem Kochtopf bezeichnet wird, stellt fachlich bereits kondensierte, sichtbare Wassertröpfchen dar und nicht den eigentlichen, unsichtbaren gasförmigen Wasserdampf (ebd.).

2.4 Naturwissenschaftsdidaktische Forschung

Das Forschen ist nicht nur innerhalb der Naturwissenschaften von essenzieller Bedeutung, sondern bildet ebenso das Rückgrat ihrer jeweiligen Fachdidaktiken. Während die Fachdidaktik lange Zeit um Anerkennung kämpfen musste, hat sie durch die systematische Hinwendung zu einer inhaltsorientierten Lehr- und Lernforschung ein eigenständiges Profil als forschungsbasierte Wissenschaft entwickelt (Schecker et al., 2014). Im Zentrum steht dabei das Ziel, domänenspezifische Lernprozesse tiefgreifend zu verstehen, um auf dieser Basis eine fundierte Optimierung der Unterrichtspraxis zu ermöglichen (ebd.).

Ein zentrales Instrument für diesen Prozess ist das Modell der Didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann, Duit, Gropengießer und Komorek (1997), welches den Prozess der fachdidaktischen Strukturierung von Unterricht beschreibt. Mit dem Modell werden fachliche Vorstellungen mit Schülerperspektiven in Beziehung gesetzt, sodass daraus ein Unterrichtsgegenstand entwickelt werden kann

(Kattmann et al., 1997). Das Modell verdeutlicht, dass wissenschaftliche Inhalte nicht eins zu eins übernommen werden können, sondern erst durch die wechselseitige Verbindung von fachlicher Klärung und der Erkundung von Schülerperspektiven erarbeitet werden müssen (ebd.).

Bei dieser Rekonstruktion sind die drei wechselwirkenden Module eng miteinander verbunden: die fachliche Klärung, die Erfassung von Schülervorstellungen und die didaktische Strukturierung. Dieses Beziehungsgefüge wird als fachdidaktisches Tripletts bezeichnet und wird in Abbildung 4 dargestellt.

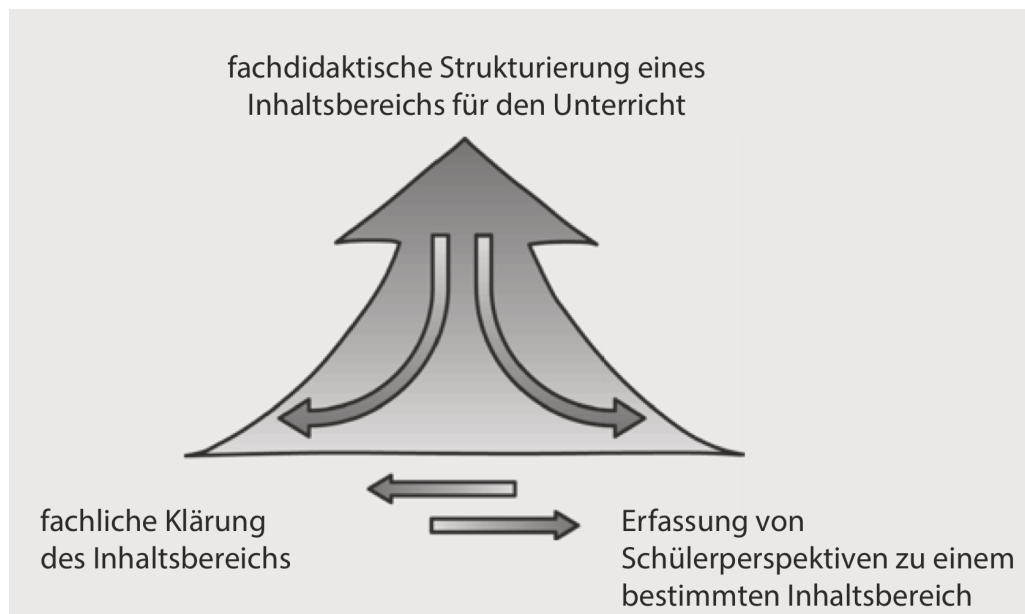


Abbildung 4: Fachdidaktisches Tripletts: Beziehungsgefüge der Teilaufgaben im Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997, S. 4)

Die drei Komponenten des Modells erfordern jeweils spezifische, auf die jeweilige Untersuchungsaufgabe zugeschnittene methodische Zugänge. Während die fachliche Klärung als hermeneutisch-analytische Aufgabe realisiert wird, bei der wissenschaftliche Konzepte interpretiert werden, ist die Erfassung der Lernerperspektive eine dezidiert empirische Aufgabe (ebd.). Die didaktische Strukturierung hingegen stellt eine konstruktive Aufgabe dar, bei der die Ergebnisse der beiden anderen Module zu einem unterrichtlichen Lernarrangement zusammengefügt werden (ebd.).

Der für die vorliegende Arbeit zentrale Aspekt des fachdidaktischen Triplets ist die Erfassung von Schülervorstellungen. Die Erhebung dieser Perspektiven stellt nicht nur ein Kernstück naturwissenschaftsdidaktischer Forschung dar, sondern ist zugleich die ausschlaggebende Voraussetzung für eine lerngerechte

Strukturierung des Unterrichts. Da fundierte Erkenntnisse über kindliche Vorstellungen die Planung von Lernwegen zum Thema „Wasser“ in der Primarstufe maßgeblich stützen können, bildet die empirische Untersuchung dieser Vorstellungen den Schwerpunkt dieser Arbeit.

2.4.1 Der Qualitative Forschungsansatz

In der empirischen Forschung wird grundlegend zwischen quantitativen und qualitativen Ansätzen differenziert, die jeweils unterschiedliche Erkenntnisziele verfolgen. Während die quantitative Forschung auf der Basis bestehender Theorien Hypothesen formuliert, um diese durch messbare Variablen zu prüfen, zielt die qualitative Methode darauf ab, Theorieaussagen direkt aus den empirischen Daten heraus zu entwickeln (Brüsemeister, 2008). Ein wesentlicher Vorteil dieses Vorgehens besteht darin, dass neue Erkenntnisse bereits durch die intensive Analyse weniger Einzelfälle gewonnen werden können, wodurch die statistische Fallzahl eine untergeordnete Rolle einnimmt (ebd.).

Methodisch folgt die qualitative Forschung dem Prinzip der Induktion. Dabei werden durch die detaillierte Beobachtung und Analyse besonderer Fälle allgemeine Regelmäßigkeiten abgeleitet und in übergeordnete theoretische Zusammenhänge überführt (Reinders & Ditton, 2015). Charakteristisch für dieses Vorgehen ist zudem ein hohes Maß an Offenheit gegenüber dem Forschungsgegenstand. Um den Befragten ausreichend Raum für ihre individuellen Ausführungen zu geben, verzichtet die qualitative Forschung weitgehend auf starre Vorgaben während der Erhebung und lässt stattdessen eine flexible Anpassung an den Verlauf der Datengewinnung zu (ebd.).

Der Forschungsprozess beginnt dabei meist mit einer offenen Fragestellung, deren Beantwortung durch eine passgenaue Methode angestrebt wird (ebd.). Um den oben genannten Ansprüchen an Offenheit und induktive Erkenntnisgewinnung in der praktischen Erprobung gerecht zu werden, wurde als konkrete Methode das Leitfadeninterview gewählt, welches im folgenden Kapitel näher erläutert wird.

2.4.2 Das Leitfadeninterview

Innerhalb qualitativer Forschungsvorhaben stellen Interviews eine zentrale Erhebungsmethode dar. Sie eignen sich insbesondere dann, wenn ein Forschungsfeld durch geringes Vorwissen geprägt ist oder bisherige Untersuchungen nur begrenzte Perspektiven auf den Gegenstand bieten (Reinders, 2015). Trotz ihrer weiten Verbreitung gehören Interviews zu den anspruchsvollsten Forschungsmethoden. Die angestrebte Offenheit und die Freiheit in der Gesprächssituation können leicht zu einer unbewussten Steuerung führen (Niebert & Gropengießer, 2014). Im Extremfall besteht die Gefahr, dass nicht die authentischen Vorstellungen des Gegenübers erhoben werden, sondern die eigenen (ebd.).

Um dieser Problematik entgegenzuwirken, wird ein Leitfaden als Orientierungshilfe eingesetzt. Dieser soll dem Gespräch eine Struktur verleihen, ohne den Dialog jedoch zu dominieren oder einzuengen (ebd.). Ein gut gestalteter Leitfaden ist übersichtlich, nicht überladen und dient primär als Hilfe, um das eigentliche Ziel, das Verstehen der individuellen Vorstellungen des Interviewpartners, zu erreichen (ebd.). „Der Interviewleitfaden ist dazu Mittel und Hilfe, aber kein Selbstzweck“ (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 126).

Eine geeignete Methode zur Auswertung der erhobenen Daten stellt die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring dar. Diese Methode erlaubt eine systematische und regelgeleitete Bearbeitung der Interviewtranskripte mit dem Ziel, die individuellen Vorstellungen zu einem Untersuchungsgegenstand präzise zu rekonstruieren (Krüger & Riemeier, 2014). Ein wesentliches Merkmal dieser Analyseform ist ihr systematisches Vorgehen. Durch den streng regelgeleiteten Ablauf wird sichergestellt, dass die einzelnen Auswertungsschritte für Dritte intersubjektiv nachvollziehbar bleiben und auf wissenschaftliche Gütekriterien hin überprüft werden können (Gläser-Zikuda, 2015). Damit bietet die Kombination aus dem Leitfadeninterview als Erhebungsinstrument und der Inhaltsanalyse als Auswertungsmethode ein belastbares Fundament für eine wissenschaftlich fundierte Interpretation der Daten.

3 Die Erhebung

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die empirische Erfassung von Schülervorstellungen rund um das Thema „Wasser“ im Primarbereich. Erhoben

werden nicht nur jene Konzepte, die bereits durch schulische Lernprozesse vorstrukturiert wurden, sondern auch solche Vorstellungen, die Kinder durch die Auseinandersetzung mit ihrer Lebenswelt, durch Medien oder Literatur entwickelt haben.

Da es sich um eine qualitative Forschung handelt, liegt der Fokus nicht auf einer hohen Fallzahl oder einer rein quantitativen Bewertung der Aussagen. Ziel ist es vielmehr, die vielfältigen und individuellen Vorstellungen der Lernenden detailliert aufzugreifen und zu dokumentieren. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurde das Leitfadenterview als Methode der Datenerhebung gewählt. Dieses Format ermöglicht es den Probandinnen und Probanden, ihre Konzepte weitgehend frei von externen Einflüssen oder häufigen Unterbrechungen darzustellen.

Für die Untersuchung wurden Lernende aus den Jahrgangsstufen zwei bis vier hinzugezogen. Die Einbeziehung dieser Altersspanne ermöglicht es, ein breites Spektrum an Vorstellungen abzubilden.

3.1 Fragestellung und Erhebungsmethode

Die vorliegende Untersuchung verfolgt wie bereits erwähnt einen qualitativen Forschungsansatz, um tiefere Einblicke in die Denkstrukturen von Grundschulkindern rund um das breitgefächerte Thema „Wasser“ zu gewinnen. Im Sinne der qualitativen Forschung liegt das Hauptaugenmerk dabei nicht auf der statistischen Häufigkeit bestimmter Aussagen, sondern auf der Identifizierung „bereichs- und themenspezifischer Denkweisen“ (Kattmann et al., 1997, S. 12). Gemäß dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion werden Schülervorstellungen hierbei als in sich stimmige Konzepte begriffen, die es für eine gezielte Unterrichtsplanung nachvollziehbar zu machen gilt (ebd.).

Im Zentrum der Erhebung steht die Rekonstruktion der kindlichen Konzepte zu den drei Aggregatzuständen sowie den dazugehörigen Phasenübergängen. Von besonderem Interesse ist die Frage, wie Schülerinnen und Schüler die Übergänge, das Schmelzen, Sieden und Kondensieren, auf Basis ihrer Beobachtungen erklären. Ebenso soll untersucht werden, ob die Lernenden bereits von sich aus ein intuitives Teilchenmodell verwenden.

Die Ergebnisse dieser Erhebung sollen jedoch nicht lediglich einer rein theoretischen Analyse dienen, sondern sie können ebenfalls einen hohen praktischen Nutzen mit sich bringen. Sie können als Grundlage für die zukünftige Planung von Unterricht genutzt werden. Durch das Verständnis der kindlichen Vorstellungen und möglicher Fehlvorstellungen können Lernumgebungen künftig so gestaltet werden, dass sie gezielt an den Denkweisen der Kinder anknüpfen.

Dafür bietet sich als methodisches Instrument zur Datenerhebung das Leitfadeninterview an. In Kapitel 2.4.2 wurde das Leitfadeninterview bereits als Methode der qualitativen Forschung vorgestellt. Bei der Erstellung des Leitfadeninterviews wurden die von Kattmann formulierten Leitfragen als wesentliche Orientierungshilfe herangezogen: „Welche Vorstellungen haben Schülerinnen und Schüler zu einem bestimmten Thema?“, „Stammen die Vorstellungen aus lebensweltlichen oder fachorientierten Kontexten?“ und „Welche unterschiedlichen Bedeutungen werden zentralen Fachwörtern zugewiesen?“ (Kattmann, 1997, S. 12).

Um diese Zielsetzungen praktisch umzusetzen, führt der entwickelte Leitfaden durch eine Abfolge von drei kleineren Experimenten zu den Aggregatzuständen und deren Übergängen. Der Aufbau des Leitfadens und die darin enthaltenen Experimente werden in einem nächsten Schritt in Kapitel 3.2 näher beleuchtet.

3.2 Der Interviewleitfaden

Gut geführte Interviews gehören zu den anspruchsvollsten Forschungsmethoden. Da ihre Offenheit leicht zu einer unbewussten Steuerung durch die Testleistung verleiten kann, wurde für diese Erhebung ein strukturierter Interviewleitfaden als Orientierungshilfe herangezogen (Niebert & Gropengießer, 2014). Die wesentliche Funktion dieses Leitfadens besteht darin, einen gezielten „Zugang zu einer sich entfaltenden Vorstellungs-, Interessen- oder Gefühlswelt des Probanden“ (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 125) zu eröffnen, ohne deren individuelle Gedankengänge durch zu enge Fragestellungen zu beschneiden. Das Ziel des hier verwendeten Leitfadens ist es, die Schülervorstellungen rund um das Thema „Wasser“ in ihrer Tiefe zu verstehen.

Dem eigentlichen Erhebungsprozess geht zunächst eine kurze Einführungsphase voraus, in der sich die interviewende Person und das Kind kennenlernen und der Rahmen des Gesprächs umrissen wird. Die einleitenden Worte sind hierbei von strategischer Bedeutung, da sie den Grundstein für eine entspannte und offene Gesprächsatmosphäre legen.

Einleitende Worte meinerseits:

„Hallo (Name des Kindes), ich freue mich, dass du bei dem Interview mitmachst. Mein Name ist Jana Schäfer und ich möchte heute ein Gespräch mit dir führen, weil ich selbst bald Lehrerin werde. Deshalb muss ich noch untersuchen und aufschreiben, was Schülerinnen und Schüler über das Thema „Wasser“ denken. Und deshalb möchte ich gerne auch von dir wissen, was du über Wasser denkst. Ich danke dir für deine Unterstützung. Das Gespräch wird ungefähr zehn Minuten dauern. Für mich ist alles interessant, was du denkst. Ganz wichtig ist, dass es keine falschen Antworten gibt. Ich kann mir jedoch nicht alles merken, was du mir erzählst. Deswegen möchte ich dich gerne aufnehmen, damit ich es hinterher nochmal anhören kann. Mich hört man also auch. Bist du damit einverstanden? Die Aufnahme wird niemand hören außer mir und ich werde sie nur für diese Arbeit verwenden. Wenn du ansonsten keine Fragen mehr hast, können wir anfangen.“

Um eine bestmögliche Übersicht während der Befragung zu gewährleisten und eine methodisch saubere Durchführung zu stützen, ist der Interviewleitfaden tabellarisch aufgebaut und inhaltlich gegliedert. Die Strukturierung erfolgt dabei in drei funktionalen Spalten: Interventionen, erwartete Vorstellungen und Bemerkungen. Die Spalte der Interventionen umfasst das aktive Handeln der Interviewleitung. Dies können offene Einstiegsimpulse, konkrete Aufgabenstellungen mit und ohne Material sowie gezielte Fragen zur Beobachtung der Experimente sein (ebd.). In der Spalte der erwarteten Vorstellungen sind potenzielle Schülerantworten aufgeführt. Diese basieren einerseits auf Ergebnissen früherer Untersuchungen zu Schülervorstellungen und andererseits auf fachdidaktisch begründeten Vermutungen über mögliche Denkwege der Kinder. Die letzte Spalte dient als prozessbegleitende Orientierungshilfe für den Interviewer. Sie enthält Hinweise, die für die Durchführung relevant sind, wie etwa spezifische Nachfragen bei unklaren Äußerungen.

Im ersten Bereich des Leitfadens erfolgt als Intervention ein offener Einstiegsimpuls. Die Frage „Was weißt du bereits alles über Wasser?“ zielt darauf ab, den Kindern die Gelegenheit zu geben, ohne inhaltliche Vorgaben in das Gespräch einzusteigen und ihre individuellen Auffassungen zu entwickeln. Erwartet werden hier primär Beschreibungen aus Alltagserfahrungen.

Interventionen	Erwartete Vorstellungen	Bemerkungen
Was weißt du bereits alles über Wasser?	Beschreibungen aus Alltagserfahrungen	Nur beschreiben lassen (Dient als Einstieg in das Interview) Wenn nötig: Wo findest du Wasser in deinem Alltag wieder?

Tabelle 1: Auszug aus Interviewleitfaden

Im Anschluss folgen drei kleine Experimente, die den Kern der Erhebung bilden und die Aggregatzustände sowie deren Übergänge thematisieren. Den Auftakt bildet die Betrachtung von Eiswürfeln in einer Glasschüssel. Die Kinder erhalten den Auftrag, den Vorgang zu beobachten und zu beschreiben. Ziel dieser Sequenz ist es, den Übergang von fest zu flüssig zu thematisieren.

Vorführung Experiment Erster Teil:	Die Aggregatzustände von Wasser Wasser – ein Verwandlungskünstler	Eiswürfel schmelzen
Was siehst du?		Nur beschreiben lassen
Was kannst du beobachten?	Die Eiswürfel schmelzen.	Nur beschreiben lassen
Warum ist das so passiert?	Die Eiswürfel schmelzen, weil es zu warm ist.	

Tabelle 2: Auszug aus Interviewleitfaden

In einem nächsten Schritt wird das zuvor geschmolzene Wasser in einem Kochtopf erhitzt und zum Kochen gebracht. Zunächst werden die Kinder aufgefordert, das Geschehen im Topf und auf der Wasseroberfläche genau zu beschreiben,

wobei die Blasenbildung den visuellen Fokus bilden soll. Die darauffolgenden Impulsfragen nach der Zusammensetzung dieser Blasen und dem Verbleib des Wassers sind gezielte Interventionen, um die Stoffhaltung im gasförmigen Zustand zu prüfen. Auf Basis, der in Kapitel 2.3.4 dargelegten Forschungsergebnisse, wird erwartet, dass die Kinder eine Kontinuumsvorstellung äußern. Dabei wird häufig vermutet, dass das flüssige Wasser „verschwindet“ oder sich tatsächlich in einen anderen Stoff wie „Luft“ verwandelt.

Vorführung Experiment Zweiter Teil:	Das geschmolzene Wasser wird in einem Topf erhitzt	
Was kannst du beobachten?	Es entstehen Blasen beim Kochen.	Nur beschreiben lassen
Was entsteht im Wasser bzw. auf der Wasseroberfläche?		
Aus was bestehen die Blasen beim Kochen? / Aus was besteht das, was über dem Wasser aufsteigt?	Die Blasen bestehen aus Luft oder anderen Stoffen.	
Warum nimmt das flüssige Wasser beim Kochen ab und wo geht es hin?	Das flüssige Wasser verschwindet. Das Wasser hat sich in Luft verwandelt. Kontinuumsvorstellung	Wenn nötig, bei einzelnen Aspekten nachhaken: Wo ist das Wasser hin? Was bedeutet verdampfen?

Tabelle 3: Auszug aus Interviewleitfaden

Der abschließende Teil des Experiments konzentriert sich auf das Phänomen der Kondensation und dient als entscheidender Impuls, um die submikroskopische Vorstellungswelt der Kinder zu erforschen. Hierbei wird ein Topfdeckel auf den Topf gelegt und nach einer kurzen Verweildauer gemeinsam mit dem Kind untersucht. Die erste Intervention besteht darin, die Aufmerksamkeit gezielt auf die Innenseite des Deckels und die dort entstandenen Wassertropfen zu lenken. Die Frage „Warum ist das so passiert?“ fordert die Kinder heraus, den Prozess der Verflüssigung von zuvor unsichtbarem Wasserdampf zu erklären. Um die Tiefe der kindlichen Konzepte zu prüfen, sieht der Leitfaden spezifische Nachfragen vor: „Woraus besteht Wasser?“ und „Was passiert mit dem Wasser, wenn es erhitzt wird?“. Erwähnt das Kind dabei von sich aus Begriffe wie „kleine

Teilchen“, wird dies als Anhaltspunkt genutzt, um durch vertiefende Impulse den zweiten Teil der Forschungsfrage zu beantworten, ob Kinder bereits ein intuitives Teilchenmodell von sich aus verwenden. Erwartete Vorstellungen sind, dass die Kinder bei der Erklärung der zugrunde liegenden Prozesse den Teilchen makroskopische Eigenschaften zuschreiben. Eine typische Vorstellung ist hierbei die Annahme, dass sich nicht die Abstände zwischen den Teilchen vergrößern, sondern dass sich die Teilchen selbst bei Erwärmung ausdehnen.

Vorführung Experiment	Wasserdampf	
Dritter Teil:		
Was konntest du beobachten?	Der Deckel wird nass und es entstehen Wassertropfen.	Aufmerksamkeit wird auf die entstandenen Wassertropfen gezogen. Evtl. nachhaken und genauer erklären lassen
Warum ist das so passiert?		Nachhaken: Woraus besteht Wasser? Was passiert mit dem Wasser, wenn es erhitzt wird?
Du hast kleine Teilchen erwähnt. Kannst du erklären, was du damit meinst?		Nochmal erklären lassen
Was glaubst du passiert mit diesen Teilchen?	Makroskopische Eigenschaften der Teilchen Die Teilchen dehnen sich bei Erwärmung aus.	
Was machen sie, wenn das Wasser erwärmt wird?	Makroskopische Eigenschaften der Teilchen	

Tabelle 4: Auszug aus Interviewleitfaden

Nach den drei kleinen Experimenten schließt das Interview mit einer kurzen Reflexionsphase ab. Diese dient dazu, die zuvor isoliert betrachteten Phänomene in einen größeren Zusammenhang zu bringen und die Anschlussfähigkeit der kindlichen Konzepte an die Lebenswelt zu untersuchen. Die zentrale Frage „Was glaubst du, haben die Versuche gemeinsam?“ zielt darauf ab, die Kinder zur

Abstraktion anzuregen. Anstatt nur Einzelphänomene zu beschreiben, sollen sie erkennen, dass es sich stets um denselben Stoff handelt, der lediglich seine Erscheinungsform verändert. Die anschließende Intervention nach Beispielen aus dem Alltag dient als kleine Transferaufgabe. Hier wird geprüft, ob die im Interview entwickelten Erklärungsmodelle stabil genug sind, um auf andere Kontexte aus dem Alltag übertragen werden zu können. Den Abschluss bildet eine offene Frage, um den Kindern Raum für spontane Nachträge oder eigene Gedankengänge zu geben, die durch den Leitfaden eventuell noch nicht abgedeckt wurden (ebd.).

Abschluss

Was glaubst du haben die Versuche gemeinsam?

Welches Beispiel fällt dir noch ein, wo man so etwas Ähnliches beobachten kann?

Möchtest du sonst noch etwas sagen? / Fällt dir sonst noch etwas ein?

Tabelle 5: Auszug aus Interviewleitfaden

3.3 Die Interviewdurchführung

Insgesamt wurden für die vorliegende Erhebung elf Schülerinnen und Schüler, davon sechs Schüler und fünf Schülerinnen, einer hessischen Grundschule befragt. Die Gruppe setzte sich aus Kindern der Klassenstufen zwei bis vier zusammen, was eine Altersspanne von acht bis zehn Jahren abdeckt. Ein wichtiger Faktor für die spätere Auswertung stellen die jeweiligen Vorkenntnisse der Kinder dar. Während die Zweit- und Drittklässler das Thema „Wasser“ noch nicht im Rahmen des Sachunterrichts behandelt hatten, verfügten die Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse bereits über erste fachliche Vorkenntnisse.

Der organisatorische Ablauf der Interviews wurde eng mit der jeweiligen Klassenleitung abgestimmt. Die Interviews fanden klassenweise an drei separaten Terminen während der Unterrichtszeit statt, wofür die Kinder einzeln in den Betreuungsraum der Schule gebeten wurden. Die Wahl dieses Raumes war durch

die experimentelle Ausrichtung der Erhebung begründet. Da der zweite Teil des Versuchsaufbaus das Erhitzen von Wasser erforderte, bot die dortige Schulküche die notwendigen infrastrukturellen Voraussetzungen. Ein besonderer methodischer Vorteil ergab sich aus meiner Rolle als Vertretungskraft an der Schule. Die bestehende Vertrautheit zwischen den Kindern und mir schuf eine vertraute Gesprächsatmosphäre. Dieses Vertrauensverhältnis half dabei, eine offene Gesprächssituation zu schaffen, in der die Kinder ihre Gedanken frei äußern können.

In Bezug auf forschungsethische Standards wurde im Vorfeld eine schriftliche Einverständniserklärung der Erziehungsberechtigten der Kinder eingeholt. Wie Niebert und Gropengießer (2014) anführen, ist die Anonymisierung bei der Arbeit mit Minderjährigen von zentraler Bedeutung. Daher wurde jedes Interview mit einer persönlichen Vorstellungsrunde eingeleitet (siehe Kapitel 3.2). In diesem Rahmen wurde das jeweilige Kind über den Ablauf aufgeklärt und es wurde zugesichert, dass alle Aussagen anonymisiert behandelt werden. Im Sinne von Niebert und Gropengießer (2014) wurde zudem klargestellt, dass die Tonaufnahmen ausschließlich für diese Untersuchung verwendet werden.

Nach dieser Aufklärung folgte das eigentliche Interview entlang des Leitfadens. Den Einstieg bildete ein offenes Gespräch über das Vorwissen der Kinder zum Thema „Wasser“. Danach schloss sich die experimentelle Phase an, die in drei Teile gegliedert war. Bei jedem Versuch wurden die Kinder zunächst gebeten, ihre Beobachtungen zu beschreiben, bevor gezielte Impulsfragen gestellt wurden, um tieferliegende Vorstellungen der Kinder aufzudecken.

Die Interviews dauerten im Durchschnitt um die zehn Minuten und wurden zur späteren Analyse mittels der Diktierfunktion eines Mobiltelefons aufgezeichnet. Die zeitliche Abfolge der Erhebungstage, beginnend mit der dritten, gefolgt von der zweiten und zuletzt der vierten Klasse, wurde zudem für eine prozessbegleitende Reflexion genutzt. Die Zeitspanne zwischen den Blocktagen ermöglichte eine erste Sichtung der bisherigen Daten, wodurch die Gesprächsführung für die folgenden Interviews bei Bedarf noch abgestimmt werden konnte.

4 Aufbereitung und Auswertung der Daten

Die Analyse der erhobenen Daten erfolgt nach dem Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse. Diese Methode bietet ein „systematisches regel- und theoriegeleitetes Vorgehen [...], das Gütekriterien wie Objektivität, Reliabilität und Validität sichern soll“ (Krüger & Riemeier, 2014, S. 133). Ziel ist es, die individuellen Vorstellungen der Kinder zu rekonstruieren und ihre Erklärungsansätze fachlich einzuordnen (ebd.).

Die Auswertung erfolgt in enger Anlehnung an Gropengießer (2008). Die methodische Umsetzung orientiert sich dabei an einem mehrstufigen Prozess, der die Aufbereitung, Auswertung und abschließende Strukturierung der Daten umfasst. Das genaue Vorgehen ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

Technik	Einzelschritte des Vorgehens	Ergebnis
Aufbereitung	Selegieren relevanter Äußerungen	Transkripte relevanter Äußerungen der Interviewpartner
	Wortprotokollierung	
	Kommentierung	
	Selegieren Bedeutung tragender Aussagen	Redigierte Aussagen
	Auslassen von Redundanzen und Füllseln	
	Transformieren in eigenständige Aussagen des Interviewpartners	
	Paraphrasieren	
Auswertung	Thematisches Ordnen der redigierten Aussagen	Geordnete Aussagen
	Kohärenzprüfung und Identifizieren von Widersprüchen	
	Bündeln bedeutungsgleicher Aussagen	
	Sequenzierung	
	Charakteristika des Verständnisses erschließen	Explikation
	Sprachliche Aspekte auslegen	
	Quellen der Vorstellungen scheiden	
	Brüche und bestehende Probleme identifizieren	
	Konzepte herauspräparieren und formulieren	
Strukturierung	Verallgemeinerung der Einzelstrukturierung durch Kategorienbildung	Denkfiguren mit Konzepten zur Identifizierung und Klassifizierung von Vorstellungen
	Zusammenstellen der Kategorien von Vorstellungen zu Denkstrukturen	

Abbildung 5: Vorgehensweise bei der Qualitativen Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung (Gropengießer, 2008, S. 176)

In den nächsten Kapiteln werden die einzelnen Schritte im Detail dargelegt.

4.1 Transkription

Der erste Schritt der Datenaufbereitung bestand darin, die mündlichen Äußerungen der Schülerinnen und Schüler in eine schriftliche Form zu überführen. Um die Analyse effizient zu gestalten, wurde bereits während der Transkription eine erste Materialreduktion vorgenommen. Dabei wurden Passagen, die keinen inhaltlichen Gewinn für die Inhaltsanalyse versprachen, wie beispielsweise meine einleitenden Worte oder organisatorische Absprachen, nicht verschriftlicht. Durch diese gezielte Auswahl wurde das Transkript fokussierter und für die anschließende Auswertung handhabbarer.

Im zweiten Schritt erfolgte die detaillierte Wortprotokollierung. In Anlehnung an Krüger und Riemeier (2014) wurde dabei eine leichte Bereinigung des Dialekts vorgenommen, um die Lesbarkeit der Texte zu erhöhen. So wurde beispielsweise „nich“ zu „nicht“ oder „nen Eiswürfel“ zu „einen Eiswürfel“ korrigiert. Es ist jedoch zu betonen, dass der individuelle Sprachstil der Kinder sowie eventuelle Fehler im Satzbau bewusst beibehalten wurden, um die Authentizität der Aussagen nicht zu verfälschen.

Zusätzlich wurden rein lautliche Satzfüller wie „Äh“ ausgelassen, um den Lesefluss nicht zu stören. Wichtige Rezeptionssignale wurden hingegen systematisch markiert. Zustimmungssignale wurden einheitlich als „Hmhm“ transkribiert, während nicht zustimmende Signale als „Mhmm“ gekennzeichnet wurden. Zur Gewährleistung einer einheitlichen Verschriftlichung wurden weitere Notationsregeln festgelegt, die in der folgenden Tabelle zusammengefasst sind:

Notation	Bedeutung, Beispiel
-	Kurze Sprechpause z.B.: weil – es ja heiß geworden ist
-- --- ----	Längere Sprechpausen Ein Strich steht für ca. 1 Sekunde
(7 sec)	Längere Sprechpausen mit Sekundenangabe
[...]	Nicht transkribierter, irrelevanter Teil der Audioaufnahme
() (Vermutung)	Unverständlicher Teil der Audioaufnahme

	Das Wort in den Klammern stellt die vermutete Aussage dar
[Kommentar]	Kommentare zu Intonation, nonverbale Ausdrücke, sowie technische Hinweise oder relevante Ereignisse

Tabelle 6: Notationsregeln der Transkription (angelehnt an Krüger & Riemeier, 2014)

Um eine präzise Auswertung zu ermöglichen und in der späteren Analyse gezielt auf bestimmte Textstellen verweisen zu können, wurde das Material formal strukturiert. Hierzu wurden die Transkripte auf der linken Seite mit durchgehenden Zeilennummern versehen. Diese Nummerierung erlaubt es, im Ergebnisteil durch entsprechende Belege eine direkte Rückverfolgbarkeit auf das Datenmaterial zu gewährleisten. Die Sprecherrollen wurden im Sinne der Übersichtlichkeit eindeutig gekennzeichnet. Die Beiträge der Interviewleitung sind durch ein „I“ markiert, während die Aussagen der Schülerinnen und Schüler mit einem „S“ eingeleitet werden. Das folgende Beispiel verdeutlicht die finale Form der Transkripte:

1	I:	Also es geht ja um das Thema Wasser - deshalb habe ich erstmal die
2		Frage, was du schon alles über Wasser weißt? Für was brauchst du das
3		im Alltag oder hast du schon irgendwelche Kenntnisse darüber? Warum
4		ist es wichtig für uns?
5	S:	Weil die Menschen damit leben und wenn man kein Wasser kriegt, dann
6		sterben die Menschen.
7	I:	Hmhm, super. Und jetzt haben wir hier in der Schüssel - guck mal.
8	S:	Eiswürfel
9	I:	Ja, sind Eiswürfel - und was kannst du beobachten, was mit den
10		Eiswürfeln passiert?
11	S:	(3sec) die schmelzen langsam
12	I:	Weißt du auch, warum das passiert?
13	S:	Wegen der Wärme. Die sind ja richtig kalt und sie bestehen nur aus
14		Wasser und das ist - halt gefrorenes Wasser und wenn es warm wird, löst
15		sich die Frost auf und dann wird es wieder zu normalen Wasser.
16	I:	Hmhm. Super. Was glaubst du denn aus was Eis besteht?
17	S:	Wasser
18	I:	Aus Wasser. Okay.

Tabelle 7: Transkriptausschnitt des Interviews mit Paul (siehe Anhang, S. 5)

Um die Anonymität der Schülerinnen und Schüler zu gewährleisten, wurden deren Namen bereits während der Transkription durch gängige deutsche Namen ersetzt und werden im weiteren Verlauf der Auswertung beibehalten.

4.2 Überführung in redigierte Aussagen

Im nächsten Schritt der Datenaufbereitung werden die Transkripte mit Blick auf die Forschungsfrage und aus Gründen der besseren Zugänglichkeit in sogenannte redigierte Aussagen überführt (Gropengießer, 2008). Ziel dieses Verfahrens ist es, die Kernaussagen der Schülerinnen und Schüler herauszuarbeiten und sie für die spätere Analyse handhabbar zu machen, indem die mündlichen Äußerungen leicht geglättet werden. Dieser Prozess vollzieht sich in vier Teilschritten.

Selektieren Bedeutung tragender Aussagen. Zunächst werden aus dem gesamten Transkript jene Passagen ausgewählt, die für die Beantwortung der Forschungsfrage relevant sind. Diese werden in Abschnitte zusammengestellt, wobei die ursprüngliche Reihenfolge der Äußerungen beibehalten wird. Zur eindeutigen Identifizierung und Rückführbarkeit wird jedem Abschnitt die jeweilige Anfangs- und End-Zeilenummer des Originaltranskripts in Klammern vorangestellt (ebd.).

Auslassen von Redundanzen und Füllseln. Um den Fokus auf den inhaltlichen Kern zu legen, werden Füllwörter, Satzfüller sowie unmittelbare Wiederholungen, die keinen zusätzlichen Informationswert bieten, konsequent ausgelassen. Dabei werden jedoch relevante Variationen der Äußerungen in runden Klammern beibehalten oder hinzugefügt (ebd.).

Transformieren in eigenständige Aussagen des Interviewpartners. Da sich die Antworten der Kinder im Interview oft erst durch Impulse oder Fragen der Interviewleitung erschließen lassen, müssen diese transformiert werden. Um eigenständige redigierte Aussagen zu erhalten, werden die Sätze so umformuliert, als gingen sie allein vom Interviewpartner aus. „Die Aussagen des Interviewpartners werden dabei aus dem Kontext heraus von denen des Interviewers unabhängig formuliert“ (Gropengießer, 2008, S. 179).

Paraphrasieren. Als letzte Operation werden die so gewonnenen inhaltlichen Einheiten in ganze Sätze überführt und grammatisch korrekt formuliert.

Die redigierten Aussagen gewinnen schließlich an Deutlichkeit und Klarheit gegenüber den Transkripten. Zu dem als Beispiel aufgeführten Transkriptausschnitt von vorhin ergaben sich somit folgende redigierte Aussagen:

(1-6) {Wasser ist wichtig}, weil die Menschen ohne Wasser sterben.

(11-18) Die {Eiswürfel} schmelzen wegen der Wärme. Die {Eiswürfel} sind richtig kalt und bestehen aus gefrorenem Wasser und wenn es warm wird, löst sich der Frost auf und dann werden die {Eiswürfel} wieder zu normalem Wasser.

Tabelle 8: Auszug aus den redigierten Aussagen von Paul (siehe Anhang, S. 7)

„Die Fragen, Hinweise und Einwürfe des Interviewers werden in geschweiften Klammern notiert“ (Krüger & Riemeier, 2014, S. 139).

4.3 Ordnen der redigierten Aussagen

Der nächste Schritt der Materialbearbeitung kann nach Gropengießer (2008) bereits als Auswertung bezeichnet werden. Auch wenn die Transkription und die Überführung in redigierte Aussagen bereits mit einer Reduktion des Materials und somit mit einer Interpretation der Originalaussagen verbunden sind, wird nun insbesondere auf die inhaltlichen Aussagen der Interviewten und deren Bezug zu der Fragestellung und der Theorie genommen (Krüger & Riemeier, 2014). Dies geschieht durch das Ordnen der redigierten Aussagen.

Die redigierten Aussagen werden nach thematischen Sinneinheiten zusammengefasst. Es erfolgt demnach eine weitere Reduktion des Materials, indem eine Bündelung bedeutungsgleicher oder -ähnlicher Aussagen vorgenommen wird (ebd.). Dabei werden die bereits redigierten Aussagen thematisch gebündelt, wobei die Strukturierung sowohl auf der Theorie als auch auf der Fragestellung basiert (ebd.). Es kann dabei vorkommen, dass Aussagen die Inhalte mehrerer Kategorien betreffen und daher auch verschiedenen Einheiten zugeordnet werden (ebd.). Im Anschluss daran werden die Aussagen in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht und Wiederholungen gebündelt, wobei darauf geachtet werden soll, dass die individuelle Argumentationskette erhalten bleibt (ebd.).

Anschließend erfolgt eine Kohärenzprüfung, bei der überprüft wird, ob einzelne Aussagen im Interview zueinander passen und auch zusammenhängen oder sich eher widersprechen. „Kohärente Aussagen werden in einem gemeinsamen Absatz zusammengestellt und diesem wird eine Überschrift vorangestellt (Krüger & Riemeier, 2014, S. 140). Wie bereits bei den redigierten Aussagen weisen nach dem Ordnen die Zeilenangaben darauf hin, aus welcher Stelle des Transkripts die Aussagen stammen. Das Resultat kann folgendermaßen aussehen:

<p>Übergang von fest zu flüssig</p> <p>(11-18, 26-29) Die {Eiswürfel} schmelzen wegen der Wärme. Die {Eiswürfel} sind richtig kalt und bestehen aus gefrorenem Wasser und wenn es warm wird, löst sich der Frost auf und dann werden die {Eiswürfel} wieder zu normalem Wasser. Die {Eiswürfel} schmelzen schnell, wenn es warm wird.</p>

Tabelle 9: Auszug aus den geordneten Aussagen von Paul (siehe Anhang, S. 7)

4.4 Explikation und Einzelstrukturierung

Der finale Schritt der Materialbearbeitung umfasst die Explikation und die daran anschließende Einzelstrukturierung der Aussagen. Innerhalb der Explikation werden die Charakteristika des kindlichen Verständnisses interpretativ erschlossen. Auf Basis der zuvor geordneten Aussagen wird daraufhin ein Fließtext erstellt, der die individuellen Vorstellungen auslegt und detailliert erläutert (Krüger & Riemeier, 2014). Das Ziel dieses Prozesses ist es, die spezifischen Denkstrukturen der Interviewten sichtbar zu machen. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf sprachlichen Besonderheiten, der Verwendung konkreter Begriffe sowie der Identifikation möglicher Quellen dieser Vorstellungen (ebd.). Zudem werden Verständnisprobleme, Interessen oder Brüche im Denken der Lernenden herausgearbeitet. Im Falle widersprüchlicher Aussagen wird explizit analysiert, ob die Interviewten diese Inkonsistenzen eigenständig bemerken oder ob sie un aufgelöst nebeneinander bestehen bleiben (Gropengießer, 2008). Obwohl innerhalb der Explikation auch ein Vergleich mit fachwissenschaftlichen Vorstellungen vollzogen werden kann, dient dies nicht dazu, „ein fachliches Raster über die Äußerungen der Interviewten zu legen und damit die fachliche Angemessenheit zu prüfen“ (Krüger & Riemeier, 2014, S. 141). Vielmehr sollen

Anknüpfungsmöglichkeiten für die Gestaltung von Unterricht und die Strukturierung der Wissensvermittlung identifiziert werden (ebd.). Um die Einzelstrukturierung vorzubereiten, wird im Fließtext nach der Erläuterung einer bestimmten Vorstellung der dazugehörige Konzeptname bereits in Klammern ergänzt (ebd.). „Damit bereitet die Explikation die Einzelstrukturierung vor“ (Krüger & Riemeier, 2014, S. 142).

Im Anschluss an die Explikation erfolgt die Einzelstrukturierung der Daten. Je nach erkenntnisleitendem Interesse lassen sich hierbei unterschiedliche Schwerpunkte setzen, etwa in Hinblick auf „formale, inhaltliche, typisierende oder skalierende Aspekte“ (Mayring 2010, zitiert nach Krüger & Riemeier, 2014, S. 143). Innerhalb dieser Erprobung wird eine inhaltliche Strukturierung vorgenommen, bei der die rekonstruierten Lernervorstellungen als Vorstellungseinheiten gebündelt werden. Diese Bündelung erfolgt auf der Ebene von Konzepten und Denkfiguren (Krüger & Riemeier, 2014). Diese inhaltlichen Einheiten setzen sich aus den im Zuge der Explikation identifizierten Konzepten zusammen, die während der Interviewsituation von den Lernenden diskutiert wurden. Jede dieser Einheiten wird mit einer aussagekräftigen Überschrift versehen und durch eine prägnante Zusammenfassung charakterisiert (ebd.). Um die Authentizität der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde bei der Beschreibung darauf geachtet, die Formulierungen so nah wie möglich an der Ausdrucksweise der Schülerinnen und Schüler zu belassen.

Zur systematischen Erfassung der Konzepte wird bei der Notation in Anlehnung an Krüger und Riemeier (2014) differenziert, in welcher Form der Lerner ein Konzept vertritt:

- vom Lerner zustimmend vertreten „•“
- vom Lerner ablehnend vertreten „~~durchgestrichen~~“
- vom Lerner fragend diskutiert „?“ (S. 143)

4.5 Verallgemeinerung und Vergleich der Ergebnisse

Obwohl Schülervorstellungen eine hohe Individualität aufweisen, lassen sie sich in der Regel übergeordneten Mustern zuordnen. Somit bildet die Verallgemeinerung der Ergebnisse, bei der die in den Einzelstrukturierungen identifizierten

Konzepte zusammengeführt und vergleichend betrachtet werden, den Abschluss der Analyse. Das Ziel ist dabei keine quantitative Erhebung über die Häufigkeit bestimmter Denkmuster. Vielmehr ermöglicht die Abstraktion der Konzepte einen qualitativen Vergleich der Schülervorstellungen untereinander sowie eine Gegenüberstellung mit möglichen fachwissenschaftlichen Modellen und Theorien. Dabei wird bewusst auf eine Bewertung der Schüleräußerungen im Sinne einer Defizitorientierung verzichtet. Stattdessen erfolgt eine Prüfung der Vorstellungen nach ihrer Belastbarkeit und Nützlichkeit (Krüger & Riemeier, 2014). Dafür werden die erfassten individuellen Denkstrukturen verallgemeinert, indem sie zu Kategorien von Schülervorstellungen zusammengeführt werden. „Damit können kategorienbezogene Klassen von Vorstellungen gebildet werden, die äquivalente und gemeinsame Merkmale von Vorstellungen enthalten“ (Gropengießer, 2008, S. 183). Aus didaktischer Sicht ermöglicht diese Verallgemeinerung wertvolle Anknüpfungspunkte für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Sie liefert eine Grundlage, um die Ergebnisse der Studie für die Unterrichtspraxis im Sachunterricht nutzbar zu machen.

5 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Interviews präsentiert. Nach einer Kurzvorstellung der Kinder folgt die Analyse mittels Explikation und Einzelstrukturierung. Im Zentrum stehen dabei die individuellen Vorstellungen und Konzepte der Kinder zu dem breitgefächerten Thema „Wasser“. Um den Fokus auf der interpretativen Auswertung zu belassen, wird auf eine detaillierte Wiedergabe der Transkripte sowie der redigierten und geordneten Aussagen an dieser Stelle verzichtet. Diese sind im Anhang wiederzufinden. Die Reihenfolge der Ergebnisse ist identisch mit der Reihenfolge der Durchführung der Interviews.

5.1 Paul

Paul ist neun Jahre alt und besucht die dritte Klasse. Seine Erklärungen stützen sich primär auf unmittelbare Naturbeobachtungen und alltagsnahe Logik, da er im schulischen Kontext noch keine Berührung mit naturwissenschaftlichen

Themen hatte. Insbesondere physikalische Themen wurden noch nicht im Sachunterricht behandelt.

Anhand des ersten Versuchs erkennt Paul, dass die Eiswürfel aufgrund der Wärme schmelzen werden (Zeile 13). Er führt diese Beobachtung auf die Erklärung zurück, dass die Einwirkung von Hitze den Schmelzvorgang auslöst (Zeilen 13-15). Er erkennt dabei die Stoffidentität des Wassers an, indem er aufzeigt, dass die Eiswürfel aus gefrorenem Wasser bestehen und beim Schmelzvorgang wieder zu „normalem“ Wasser werden (Zeilen 14-15) (Konzept *Stoffidentität*). Allerdings zieht er als Erklärung ebenfalls hinzu, dass sich der Frost der Eiswürfel auflöst (Zeile 15). Für Paul ist „Auflösen“ ein Begriff aus dem Alltag, wodurch er den Zustandswechsel von fest zu flüssig so beschreibt, als würde das feste Eis im Wasser verschwinden, ähnlich wie Zucker im Tee (Konzept *Schmelzen als Auflösungsprozess*). Dass er diesen Vorgang dennoch als natürlichen Prozess begreift, zeigt sein Vergleich mit schmelzendem Schnee (Zeile 72-77).

Beim Sieden im zweiten Versuch verändert sich Pauls Argumentationsweise, da er hier die Beständigkeit des Stoffes nicht mehr beibehält. Zunächst deutet er die entstandenen Blasen am Topfboden als Luft, da ihm der Begriff „Wasserdampf“ als gasförmiger Zustand des Wassers noch fehlt (Zeile 35) (Konzept *Siedebblasen als Luftblasen*). Da er Wasser als lückenlose Masse begreift, interpretiert er diese Hohlräume als stoffliche Platzhalter. Sein spezifisches Verständnis von „Verdampfen“ wird in den Zeilen 47 bis 50 deutlich. Verdampfen ist für Paul eine direkte Folge von extremer Hitze. Er nimmt dabei den Dampf über dem Topf als sichtbaren Übergangsstoff wahr (Zeile 44). Er erklärt, dass es „sehr heiß“ sein muss, damit Wasser verdampft und infolgedessen „austrocknet“ und verschwindet (Konzept *Verdampfen als Austrocknungsprozess*). Dass die Wassermenge im Topf abnimmt, erklärt Paul ebenfalls mit „austrocknen“. Er nutzt dabei eine fast menschliche Logik. Das Wasser könne die Hitze schlicht „nicht mehr aushalten“ (Zeilen 64-69) (Konzept *Anthropomorphe Erklärung*). Dieser Prozess mündet für ihn schließlich in einer Umwandlungsvorstellung, bei der sich das Wasser in Luft verwandelt (Zeile 69) (Konzept *Stoffumwandlung in Luft*).

Den Kondensationsprozess beschreibt Paul, indem er sagt, dass der Deckel „beschlägt“ (Zeile 57), weil die Hitze nicht entweichen kann, geht jedoch nicht auf die Bildung von Wassertropfen oder den zugrunde liegenden

Temperaturunterschied ein. Die Aussage von Paul verweist auf eine Vorstellung, in der Wärme als eine Art einschließbare Substanz verstanden wird, die im Topf gehalten werden kann (Konzept *Wärme mit Stoffeigenschaften*).

Obwohl Paul beim Sieden von einer Stoffumwandlung in Luft ausgeht, zeigt er in der abschließenden Reflexion ein Bewusstsein für eine zugrunde liegende Einheit. Er stellt fest, dass alle Versuche gemeinsam haben, dass „alles aus Wasser besteht“ (Zeile 74) (Konzept *Stoffidentität*).

Paul hat für seine Erklärungen das Teilchenmodell nicht verwendet.

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - *Übergreifende Stoffidentität des Wassers*
Alle Versuche haben gemeinsam, dass alles aus Wasser besteht.

- Vorstellungen zu den Phasenübergängen
 - *Schmelzen als Auflösungsprozess*
Wenn es warm wird, löst sich der Frost der Eiswürfel auf.
 - *Siedebblasen als Luftblasen*
Die Blubberblasen bestehen aus Luft.
 - *Verdampfen als Austrocknungsprozess*
Wenn es zu heiß ist, dann verdampft das Wasser und trocknet aus.
 - *Stoffumwandlung in Luft*
Das flüssige Wasser verwandelt sich in Luft.
 - *Anthropomorphe Erklärung*
Das Wasser hat die Hitze nicht mehr ausgehalten.
 - *Wärme mit Stoffeigenschaften*
Die Hitze kann nicht mehr aus dem Topf raus.

- Vorstellungen zum Aufbau von Materie
 - *Kontinuumsvorstellung*

5.2 Elias

Elias ist ebenfalls neun Jahre alt und besucht die dritte Klasse. Auch er hat keine unterrichtlichen Erfahrungen mit physikalischen Themen gesammelt, weshalb seine Beobachtungen und Erklärungen auf seine Alltagserfahrungen zurückzuführen sind.

Auch Elias zeigt innerhalb des ersten Versuches ein grundlegendes Verständnis der Stoffidentität, indem er benennt, dass Eiswürfel „hauptsächlich aus Wasser“ bestehen (Zeile 29) (Konzept *Stoffidentität*). Er erkennt in der Schüssel das Wasser korrekt als geschmolzenes Eis an und identifiziert die Wärme als Auslöser für diesen Vorgang („Wenn es zu warm für die Eiswürfel wird, schmelzen die irgendwann“) (Zeilen 17-18). Seine Begründung für diesen Phasenwechsel beruht auf der Vorstellung, dass Kälte eine notwendige Bedingung für die feste Beschaffenheit des Eiswürfels ist. Er gibt an, dass die Eiswürfel „viel Kälte brauchen, damit sie so bleiben“ (Zeilen 22-24). In Elias Denkweise bewirkt die Wärme, dass dieser Kälte-Halt verloren geht, woraufhin das Eis seine feste Gestalt aufgibt und flüssig wird (Konzept *Schmelzen als Formverlust*).

Beim Erhitzen im zweiten Versuch identifiziert Elias die entstehenden Blasen am Topfboden. Nach seiner Vorstellung bestehen die „Blubberblasen“ aus Luft (Zeile 41) (Konzept *Siedebblasen als Luftblasen*). Sein spezifisches Verständnis von Dampf wird in den Zeilen 58 bis 63 deutlich. Er setzt Dampf mit „Qualm“ gleich und nutzt eine Analogie zu brennendem Feuer. Ebenso nimmt er den Dampf über dem Topf als eine sichtbare Erscheinung wahr, die beim Öffnen des Deckels entweicht (Zeile 58). Dass die Wassermenge im Topf abnimmt, erklärt er damit, dass das Wasser „in die Blubberblasen“ geht, die es „irgendwie weg“ tun (Zeilen 66-71) (Konzept *Wasser verschwindet in Blasen*).

Die Wassertropfen am Deckel des Topfes erklärt Elias durch einen Prozess, den er als „anschlagen“ bezeichnet (Zeilen 44-50). Er nutzt hierbei eine Analogie, indem er den Topfdeckel mit einem Körper vergleicht, der bei Wärme „schwitzt“ (Konzept *Anthropomorphe Erklärung*). Das Beschlagen ist für Elias die direkte Folge von Hitze, die am Hindernis des Deckels sichtbar wird, weil sie vorher im Topf „eingeschlossen war“ (Zeilen 58-63) (Konzept *Wärme mit Stoffeigenschaften*). Elias versteht Kondensation nicht als thermischen Prozess der Abkühlung, sondern als Folge des physischen Einsperrens von Hitze.

Elias beschreibt die Abfolge der Versuche zwar chronologisch (Zeilen 76-79), jedoch fehlt ihm die übergreifende Stoffidentität über alle Aggregatzustände hinweg (Konzept *der übergreifenden Stoffidentität*).

Elias hat für seine Erklärungen das Teilchenmodell nicht berücksichtigt.

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - ~~Übergreifende Stoffidentität des Wassers~~

- Vorstellungen zu den Phasenübergängen
 - *Schmelzen als Formverlust*
Eiswürfel brauchen viel Kälte, damit sie ihre Form behalten.
 - *Siedebblasen als Luftblasen*
Die Blubberblasen bestehen aus Luft.
 - *Wasser verschwindet in Blasen*
Die Wassermenge im Topf wird weniger. Das Wasser geht in die Blasen.
 - *Wärme mit Stoffeigenschaften*
Der Deckel beschlägt, weil die Hitze da drin eingeschlossen war.
 - *Anthropomorphe Erklärung*
Der Topfdeckel beschlägt, weil er schwitzt.

5.3 Ella

Ella ist neun Jahre alt und besucht die gleiche Klasse wie Paul und Elias.

Innerhalb des ersten Versuches zeigt Ella ein grundlegendes Verständnis der Stoffidentität bei dem Übergang von festem zu flüssigem Wasser, indem sie benennt, dass Eiswürfel „aus gefrorenem Wasser“ gemacht sind (Zeile 11). Sie erkennt korrekt, dass die Eiswürfel schmelzen und „dann wieder ins Wasser“ gehen (Zeile 15). Den Grund für den Phasenwechsel sieht sie in der Wärme, da es „wärmer wird“ oder da die Kühlung durch das „Kühlfach“ fehlt (Zeilen 17-18).

Beim Erhitzen im zweiten Versuch identifiziert Ella Blasen im Wasser, die nach ihrer Vorstellung aus einer Mischung von „Wasser und Luft“ bestehen (Konzept

Siedblasen als Luftblasen) (Zeilen 38-40). Sie erklärt deren Sichtbarkeit damit, dass die Luft „vorher schon“ im Wasser war und nun durch die Hitze „rausgedrückt“ wird (Zeilen 44-45). Physikalisch ist diese Vorstellung jedoch falsch. Siedblasen bestehen bei kochendem Wasser nicht aus Luft, sondern aus gasförmigem Wasserdampf. Ella fehlt hier die Vorstellung, dass Wasser selbst zu einem Gas werden kann, und deshalb nutzt sie die Luft als Platzhalter. Den über dem Topf entstehenden Dampf bezeichnet sie als „Rauch“ (Zeile 47). Dieser Rauch ist für sie ein stoffliches Gemisch aus „Wasser und Hitze“ (Zeile 51). Ella begreift Wärme nicht als Energieform, die den Zustand des Wassers verändert, sondern als einen stofflichen Bestandteil, der sich mit dem Wasser vermischt, um den sichtbaren Nebel zu bilden (Konzept *Wärme mit Stoffeigenschaften*). Dass die Wassermenge im Topf abnimmt, deutet sie als einen Prozess des „Austrocknens“ (Zeilen 56-57). Für Ella ist das Wasser im Topf danach „weg“ (Zeile 61), was ein klares Vernichtungskonzept darstellt (Konzept *Verdampfen als Austrocknungsprozess*). Sie zeigt somit kein Verständnis für die Erhaltung der Materie beim Verdampfen.

Die entstandenen Wassertropfen am Deckel erklärt Ella, indem sie beschreibt, dass die Hitze mit dem Rauch aufsteigt, aber am Deckel gestoppt und „eingeschlossen“ wird (Konzept *Wärme mit Stoffeigenschaften*). Den physikalischen Phasenübergang der Kondensation ersetzt sie durch einen mechanischen Druckprozess. Da die Hitze „eingesperrt“ ist und „richtig fest gegen den Deckel“ drückt, wird eine Reaktion des Materials für sie provoziert (Zeilen 72 und 73). Dabei nutzt sie eine anthropomorphe Analogie, indem sie behauptet, der Deckel würde das Wasser aufgrund der Hitze „einfach ausschwitzen“ (Zeile 76) (Konzept *Anthropomorphe Erklärung*). Ella geht davon aus, dass dieses Wasser „aus dem Deckel“ selbst kommt, und lehnt eine stoffliche Verbindung zum Wasser im Topf explizit ab (Zeilen 83-84) (~~Konzept der übergreifenden Stoffidentität~~).

Ella hat für ihre Erklärungen das Teilchenmodell nicht berücksichtigt.

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen

- ~~Übergreifende Stoffidentität des Wassers~~

- Ella lehnt die Vorstellung ab, dass das Wasser am Deckel dasselbe Wasser ist, das zuvor im Topf war.

- Vorstellungen zu den Phasenübergängen
 - *Siedeblasen als Luftblasen*
Die Blasen bestehen aus Wasser und Luft.
 - *Wärme mit Stoffeigenschaften*
Der Rauch besteht aus Wasser und Hitze. Hitze steigt mit dem Rauch auf.
 - *Verdampfen als Austrocknungsprozess*
Das Wasser ist ausgetrocknet und weg.
 - *Anthropomorphe Erklärung*
Der Topfdeckel beschlägt, weil er schwitzt.

- Vorstellungen zum Aufbau der Materie
 - *Kontinuumsvorstellung*
 - ~~*Materieerhaltung*~~
Ella lehnt die Vorstellung der Materieerhaltung explizit ab.

5.4 Anna

Anna ist ebenfalls neun Jahre alt und besucht die gleiche Klasse wie Paul, Elias und Ella.

Bereits zu Beginn des Interviews zeigt sie, dass sie keine durchgehende Stoffidentität besitzt, da sie Eis nicht als gefrorenen Zustand von Wasser, sondern als ein Produkt von Schnee betrachtet (Zeile 18). Sie gibt an, dass Eiswürfel aus „Schnee“ bestehen (Konzept *Eiswürfel bestehen aus Schnee*). Dieses Konzept begründet sie mit Naturbeobachtungen. Da Schnee genau wie Eis kalt ist und im Winter oft sichtbar zu Eisflächen gefriert, sieht sie im Schnee den notwendigen Grundstoff für Eis (Zeilen 23-24). Den Schmelzprozess hingegen beschreibt sie fachlich richtig, indem sie benennt, dass die Eiswürfel zu Wasser werden, wenn es warm wird (Zeilen 12-15, 37-43).

Als das Wasser erhitzt wird, entdeckt Anna Blasen, die für sie aus „Luft“ bestehen (Zeile 47) (Konzept *Siedeblasen als Luftblasen*). Sie erklärt sich das damit, dass es im Wasser einfach „hochblubbert“ (Zeile 49). Hier fehlt die Vorstellung,

dass Wasser selbst zu Gas werden kann, weshalb sie „Luft“ als Platzhalter für das unsichtbare Gas nutzt. Den über dem Topf entstehenden Nebel bezeichnet sie als „Dampf“ und behauptet, dieser bestehe aus „heißer Luft“ (Zeile 53). Für Anna ist der Dampf das sichtbare Zeichen, dass sich das Wasser gerade in Luft verwandelt (Zeilen 55-56). Dies führt unmittelbar zu ihrer Vorstellung der Stoffumwandlung. Das Wasser ist beim Kochen „weggegangen“ und hat sich materiell in Luft „verwandelt“ (Konzept *der Stoffumwandlung von Wasser in Luft*). Dass das Wasser im Topf weniger wird, erklärt sie damit, dass es „in die heiße Luft gegangen“ ist (Zeile 78). Dies belegt einen Verlust der Stoffidentität, da für sie das Wasser als Substanz nicht weiter existiert, sobald es unsichtbar wird.

Die Wassertropfen am Deckel erklärt Anna schließlich damit, dass die „heiße Luft“ den Deckel berührt und dort wieder zu „Wasserpunkten“ wird (Zeilen 59-71). Ihre Begründung unterstreicht erneut das Fehlen einer durchgehenden Stoffidentität. In Annas Vorstellung ist das Kondenswasser kein ursprüngliches Wasser, das lediglich seinen Zustand geändert hat, sondern ein neues Produkt, das durch die Rückverwandlung der Luft in Wasser entstanden ist (Zeilen 69-71). Da Anna Wasser als eine lückenlose, durchgehende Masse wahrnimmt und keine Vorstellung von kleinsten Teilchen hat, bleibt für sie nur die Logik der totalen Stoffumwandlung. Ohne ein Teilchenmodell kann sie sich die Erhaltung der Materie im unsichtbaren Zustand nicht erklären. Somit muss das Wasser in ihrer Welt also entweder aufhören zu existieren oder seine Identität in Luft ändern.

Anna hat für ihre Erklärungen das Teilchenmodell nicht berücksichtigt.

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - ~~Übergreifende Stoffidentität des Wassers~~

- Vorstellungen zu den Phasenübergängen
 - *Eiswürfel bestehen aus Schnee*
Eiswürfel bestehen für Anna aus Schnee.
 - *Siedblasen als Luftblasen*
Die Blasen bestehen aus Luft.

- *Stoffumwandlung von Wasser in Luft*
Das Wasser ist beim Kochen weggegangen und hat sich in Luft verwandelt.
- Vorstellungen zum Aufbau der Materie
 - *Kontinuumsvorstellung*
 - ~~*Materieerhaltung*~~
Annas Materieverständnis ist an das Auge gebunden. Materie, die nicht mehr sichtbar ist, hat für sie ihre Existenz als ursprünglicher Stoff verloren oder wurde vernichtet.

5.5 Marc

Marc ist acht Jahre alt, besucht die zweite Klasse und ist das erste Kind des zweiten Blocktages. Obwohl das Thema „Wasser“ im Unterricht noch nicht behandelt wurde, zeigt Marc durch sein privates Interesse und die elterliche Prägung (beide Eltern sind Lehrkräfte) ein ausgeprägtes Vorwissen, das er vor allem aus Sachbüchern bezieht.

Bereits beim Übergang von fest zu flüssig zeigt Marc eine stabile Stoffidentität, indem er Eis als „gefrorenes Wasser“ benennt (Zeile 11). Er erkennt korrekt, dass die Eiswürfel schmelzen und zu Wasser werden (Zeile 14). Den Grund für den Phasenübergang sieht er in der Wärme, da es „immer wärmer wird“ (Zeile 16). Hierbei nutzt er bereits das Vokabular kleinster Einheiten und erklärt, dass die Teilchen durch die Hitze „auseinandertreiben“ (Zeilen 16-19).

Beim Übergang von flüssig zu gasförmig identifiziert Marc die Siedblasen als „Luftblasen“, die beim Aufsteigen das Wasser „mit rausziehen“ (Zeilen 61-62) (Konzept der *Siedblasen als Luftblasen*). Besonders deutlich werden seine Vorstellungen beim Thema Wasserdampf. Marc erklärt Wasserdampf als Wasser, das von der Sonne erhitzt wurde, und definiert ihn als „ganz feinen Nebel“, der aufsteigt (Zeilen 56-59). Marc nutzt zwar den korrekten Fachbegriff, identifiziert den Aggregatzustand jedoch fälschlicherweise über dessen Sichtbarkeit (Konzept *Wasserdampf ist sichtbar*). Er verbindet dieses Phänomen unmittelbar mit seinem Buchwissen über den Wasserkreislauf und erklärt, dass daraus Wolken

entstehen, die abregnen, wenn sie „zu schwer werden“. Dass die Wassermenge im Topf abnimmt, erklärt er damit, dass die Teilchen „erst immer größer werden“ (Zeilen 69) (Konzept *Makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen*). Die Teilchen lösen sich schließlich „einfach auf“ (Zeile 72) (Konzept *Verdampfen als Auflösungsprozess*). Marc glaubt, dass dieser Auflösungsprozess notwendig sei, damit die Teilchen nicht so groß werden, dass sie für das menschliche Auge sichtbar sind (Zeilen 72-73).

Den Übergang von gasförmig zu flüssig am Deckel erklärt Marc schließlich durch das Abkühlen (Zeile 78). Im Gegensatz zu den anderen Kindern erkennt er die stoffliche Verbindung zwischen dem Wasser im Topf und dem Kondensat am Deckel an.

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - *Übergreifende Stoffidentität des Wassers*

- Vorstellungen zu den Phasenübergängen
 - *Siedebblasen als Luftblasen*
Es entstehen Luftblasen.
 - *Wasserdampf ist sichtbar*
Feiner Nebel als sichtbares Zeichen für Wasserdampf.
 - *Verdampfen als Auflösungsprozess*
Irgendwann lösen sie sich dann auf.

- Vorstellungen zum Aufbau der Materie
 - *Makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen*
Die Teilchen im Wasser werden immer größer und lösen sich dann irgendwann auf.

5.6 Lena

Lena ist ebenfalls acht Jahre alt und besucht die zweite Klasse. Sie zeigt eine hohe Motivation, physikalische Phänomene zu erklären. Ihr Wissen stützt sich primär auf ein YouTube-Video (Zeile 55).

Beim Übergang von fest nach flüssig verfügt Lena bereits über eine gefestigte Stoffidentität und identifiziert Eiswürfel korrekt als gefrorenes Wasser (Zeile 29). Die Ursache für das Schmelzen verortet sie richtigerweise in der thermischen Energieeinwirkung (Zeilen 19-22). Um diesen Prozess auf mikroskopischer Ebene zu begründen, greift sie auf ein menschliches Teilchenmodell zurück. Die Stabilität des festen Zustands erklärt sie durch Teilchen, die sich „ganz fest an den Händen halten“ (Zeilen 47-49). Sobald Wärme zugeführt wird, beginnen diese laut Lena zu „zappeln“ und lösen die Verbindungen auf, da sie „voneinander weg“ streben. Dieses „Zappeln“ fungiert in ihrem Modell als Äquivalent zur Eigenbewegung der Teilchen. Dabei vollzieht Lena eine konsequente Übertragung ihrer Lebenswelt auf die nicht sichtbare Ebene. Sie nutzt die Logik menschlicher Verhaltenserfahrungen, um die abstrakte Dynamik der Mikroebene begreifbar zu machen. Indem sie den Teilchen soziale Interaktionen und physische Empfindungen zuschreibt, transformiert sie das unsichtbare Teilchenmodell in ein ihr bekanntes Erklärungsmodell (Konzept *menschliches Teilchenmodell*).

Allerdings tritt dieses Teilchenmodell beim Übergang von flüssig nach gasförmig zugunsten einer stärkeren Orientierung an der unmittelbaren Wahrnehmung zurück. Die aufsteigenden Blasen im Topf bestehen laut ihr aus Luft (Zeile 61) (Konzept *Siedebblasen als Luftblasen*). Eine Erklärung hat sie dafür jedoch nicht.

Das Aufsteigen des Wassers deutet sie als eine bewusste Flucht. Dem Wasser wird es am Boden des Topfes zu heiß, weshalb es nach oben ausweicht, um sich zu schützen (Zeilen 94-99) (Konzept *der rettenden Flucht*). In diesem Zusammenhang zeigt sich ein interessanter, scheinbarer Widerspruch in ihrer Logik. Einerseits beschreibt sie, dass das Wasser im Topf austrocknet sei (Zeile 92) (Konzept *Verdampfen als Austrocknungsprozess*), was im Alltag oft ein endgültiges Verschwinden meint. Andererseits beweist sie eine stabile Vorstellung der Materieerhaltung, indem sie das fehlende Wasser am Deckel wiederfindet (Zeile 94). Für Lena ist das „Austrocknen“ somit kein Vernichtungsprozess, sondern beschreibt lediglich den leeren Zustand des Topfes nach dem Ortswechsel des Stoffes. Das Wasser ist für sie nicht weg, sondern lediglich umgezogen. Sie erkennt, dass die Wassertropfen am Deckel entstehen, weil dort „warm und kalt“ aufeinandertreffen (Zeilen 72, 74-76).

Trotz dieser alltagsnahen Erklärungen bleibt die Stoffidentität über alle Versuche hinweg gewahrt. Lena versteht, dass es sich bei Eis, flüssigem Wasser und dem Kondensat am Deckel immer um denselben Stoff handelt, der lediglich aufgrund der Temperatur seinen Ort und sein Aussehen verändert.

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - *Übergreifende Stoffidentität des Wassers*
Lena identifiziert Wasser in allen Aggregatzuständen.

- Vorstellungen zu den Phasenübergängen
 - *Siedblasen als Luftblasen*
Die Blubberblasen bestehen aus Luft.
 - *Rettende Flucht*
Das Aufsteigen des Wassers wird als bewusste Bewegung gedeutet, um der Hitze am Boden zu entkommen.
 - *Verdampfen als Austrocknungsprozess*
Das Wasser im Topf wird weniger, weil es ausgetrocknet ist.

- Vorstellungen zum Aufbau der Materie
 - *Menschliches Teilchenmodell*
Die Teilchen halten sich fest an den Händen und zappeln.
 - *Materieerhaltung*

5.7 Emma

Emma ist acht Jahre alt und die letzte Interviewteilnehmerin aus der zweiten Klasse.

Schon zu Beginn des Interviews zeigt Emma eine gefestigte Stoffidentität. Sie erkennt, dass die Eiswürfel aus Wasser bestehen und beim Schmelzen lediglich ihren Zustand zu flüssigem Wasser verändern (Zeile 15). Die Ursache für diesen Phasenübergang erkennt sie fachlich richtig in der Temperaturdifferenz (Zeilen 17-18).

Beim anschließenden Erhitzen des Wassers erkennt Emma, dass der aufsteigende „Rauch“ aus „kleinen Tropfen“ besteht (Zeile 54). Damit benennt sie den korrekten stofflichen Bestandteil des sichtbaren kondensierten Wassers. Die im Topf entstehenden Siedebblasen ordnet sie derweil über eine visuelle Analogie als „Blubberblasen“ ein, ohne deren gasförmigen Inhalt zu erfassen (Zeilen 37-40). Da das Konzept eines unsichtbaren Gases als eigenständiger Aggregatzustand in ihrem Repertoire noch fehlt, wählt sie für die Erklärung des sinkenden Wasserspiegels das Konzept der Stoffumwandlung. Für Emma verschwindet das Wasser nicht einfach, sondern es „hat sich in Luft verwandelt“ (Zeile 46) (Konzept *Stoffumwandlung in Luft*).

Ein spezifisches Erklärungsmodell offenbart sich schließlich bei der Betrachtung der Tropfenbildung am Deckel. Emma vermutet, dass das flüssige Wasser „an den Rändern nach oben fließt“, bis es den Deckel erreicht (Zeilen 68-69) (Konzept *des Hochkletterns*). Der Deckel selbst fungiert in ihrer Logik als reine Barriere, die den Rauch im Topf einschließt. Eine thermische Funktion des Deckels als Kühlfläche, die die Phasenänderung auslöst, zieht sie nicht in Betracht.

Emma hat für ihre Erklärungen das Teilchenmodell nicht berücksichtigt.

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - *Übergreifende Stoffidentität des Wassers*
Alle Versuche haben für Emma mit Wasser zu tun.

- Vorstellungen zu den Phasenübergängen
 - *Stoffumwandlung in Luft*
Das Wasser hat sich in Luft verwandelt und ist unsichtbar.
 - *Hochklettern*
Das Wasser fließt an den Rändern nach oben.

5.8 Valentina

Valentina war die erste Teilnehmerin des dritten und letzten Blocktages. Sie ist zehn Jahre alt und als Schülerin der vierten Klasse verfügt sie bereits über ein

weit entwickeltes Verständnis der physikalischen Prozesse, das sie explizit auf den Sachunterricht des vorangegangenen Schuljahres zurückführt (Zeile 11). Sie nutzt gelernte Modelle wie den Wasserkreislauf und ein menschliches Teilchenmodell, um ihre Beobachtungen einzuordnen.

Bereits zum Einstieg zeigt Valentina eine gefestigte Stoffidentität und benennt den Gefrierpunkt von „0 Grad“ (Zeile 21). Um die Stabilität von Eis zu erklären, greift sie auf ein menschliches Teilchenmodell zurück. Die „Wasserkörperchen“ (Zeile 34) sind in ihrer Vorstellung kleine Akteure mit menschlichen Eigenschaften. Den Zusammenhalt im Eis beschreibt sie somit als „gegenseitiges Festhalten“ (Zeilen 43-44) (Konzept *menschliches Teilchenmodell*). Diese Denkstruktur ist das direkte Ergebnis einer im Unterricht körperlich erfahrenen Simulation (Zeilen 24-27). Interessant ist jedoch, dass Valentina dieses Modell nur statisch verwendet, um den Zustand „Eis“ zu definieren. Sobald es um den dynamischen Vorgang des Schmelzens geht, bricht sie die Anwendung des Teilchenmodells ab. Sie erklärt den Übergang nicht durch eine Veränderung der Teilchenbewegung, sondern wechselt auf eine rein phänomenologische Ebene. Das Schmelzen geschieht für sie schlicht aufgrund der äußeren Umstände. Im Raum sei es zu warm und die Eiswürfel „haben nicht genug Kälte“ (Zeile 53). Das Teilchenmodell dient ihr als bildhafte Erklärung für den Zustand, aber noch nicht als Erklärung eines Phasenübergangs.

Valentina erkennt, dass „kleine Wasserbläschen“ im Topf entstehen (Zeile 68). Diese bestehen laut ihr aus Wasser (Zeile 73). Hinter dieser Aussage zeigt sich, dass Valentina sich keinen leeren Raum oder ein unsichtbares Gas innerhalb der Flüssigkeit vorstellen kann. In ihrer Denkstruktur ist Wasser eine lückenlose Masse ohne Zwischenräume. Da sie sich keinen leeren Raum und kein unsichtbares Gas innerhalb des Wassers vorstellen kann, deutet sie die Blasen als Wasser. Der entscheidende Umbruch findet erst an der Wasseroberfläche statt. Sie versteht, dass das Wasser im Topf weniger wird, weil es zu Wasserdampf wird (Zeile 77). Dabei erkennt Valentina, dass der Stoff Wasser trotz des Schwindens im Topf nicht gänzlich verschwindet, sondern in einem neuen Zustand über der Oberfläche fortexistiert.

Über die Verdampfung hinaus begreift Valentina die Kondensation als den Moment, in dem der zuvor unsichtbare Wasserdampf wieder eine greifbare Form

annimmt. Sie stellt fest, dass der am Deckel gesammelte Dampf wieder zu „kleinen Wassertropfen“ wird, sobald es „kalt wird“ (Zeile 85).

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - *Übergreifende Stoffidentität des Wassers*
Alle Versuche haben für Valentina mit Wasser zu tun.

- Vorstellungen zum Aufbau der Materie
 - *Menschliches Teilchenmodell*
Die Teilchen halten sich gegenseitig fest.
 - *Materieerhaltung*

5.9 Lucas

Lucas ist zehn Jahre alt, besucht die vierte Klasse und ist damit ein Klassenkamerad von Valentina.

Er verfügt über ein Teilchenmodell, bei dem er die Trennung zwischen Stoffebene und Teilchenebene noch nicht vollzieht. Sein Erklärungsmodell ist stark durch die Zuschreibung makroskopischer Eigenschaften auf Objekte der Mikrowelt geprägt. Ein zentrales Konzept in Lucas Denken ist die Farbigkeit der Teilchen. Für ihn ist die Farbe eine inhärente Eigenschaft des Teilchens selbst. Er schreibt den kleinsten Bausteinen eine Farbe zu: „Ich stelle sie mir blau vor.“ (Zeile 18). Darüber hinaus nimmt er an, dass die Teilchen bei Erwärmung „heller“ werden (Zeile 86) (Konzept *makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen*). Er begründet dies direkt mit einer physischen Veränderung der Teilchen: „Wenn es warm wird, werden die größer“ (Zeile 23).

Darüber hinaus zeigt sich in Lucas Vorstellungen ein funktionales, aber fachlich nicht korrektes Verständnis der Zustandsänderungen von Wasser. Zwar erkennt er, dass Eis beim Erwärmen zu Wasser wird, jedoch erklärt er diesen Prozess ausschließlich über die Veränderung der Teilchengröße und nicht über deren veränderte Bewegung oder Anordnung (Zeile 23). Auch beim Sieden des Wassers greift Lucas konsequent auf dieses Erklärungsmuster zurück. Die entstehenden

Blasen interpretiert er als Wasserteilchen, die durch die Erwärmung größer werden und daher mehr Raum einnehmen (Zeilen 35-37). Damit fehlt ihm die Vorstellung, dass es sich hierbei um gasförmiges Wasser handelt. Den Wasserdampf beschreibt Lucas zwar als zum Wasser gehörig, jedoch verknüpft er dessen Unsichtbarkeit erneut mit der Größe der Teilchen (Zeilen 45-47). Die Teilchen verdampfen für ihn, bevor sie so groß werden, dass man sie sehen kann.

Dennoch zeigt Lucas Ansätze eines Verständnisses von Materieerhaltung. Er erklärt die abnehmende Wassermenge im Topf damit, dass die Teilchen „in die Luft gehen“ und dort weiter existieren (Zeile 45). Damit erkennt er, dass der Stoff nicht verschwindet, sondern lediglich seinen Ort wechselt. Allerdings bleibt auch hier seine Vorstellung an die Idee gebunden, dass sich die Teilchen selbst physisch verändern.

Auch den Kondensationsprozess deutet Lucas im Rahmen seines Teilchenmodells. Die Teilchen stoßen gegen den Deckel, werden dort wieder kleiner und verwandeln sich zurück in Wasser (Zeilen 54-58).

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - *Übergreifende Stoffidentität des Wassers*

- Vorstellungen zum Aufbau der Materie
 - *Makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen*
Teilchen besitzen sichtbare Eigenschaften wie Farbe, Helligkeit und Größe und verändern diese bei Temperaturveränderungen.
 - *Materieerhaltung*
Wasser verschwindet nicht, sondern geht in die Luft über.

5.10 Max

Max ist neun Jahre alt, besucht die vierte Klasse und hat bereits eine Klasse übersprungen. Seine Erklärungen zeigen, dass er im Vergleich zu anderen Kindern über ein erweitertes schulisch vermitteltes Vorwissen verfügt, insbesondere

im Bereich des Teilchenmodells und des Wasserkreislaufs. Sein Vorwissen stammt dabei größtenteils aus dem Sachunterricht (Zeile 42).

Zentral für Max Erklärungen ist die Vorstellung von Hitze als auslösende Kraft für die Zustandsänderungen. Er erklärt den Schmelzvorgang über die Wärme- einwirkung: „Durch die Hitze schmilzt das Eis“ (Zeile 21). Im Gegensatz zu anderen Kindern kann Max diesen Prozess zusätzlich mit dem Teilchenmodell verknüpfen. Er beschreibt, dass Wasser aus „Molekülchen“ besteht (Zeile 27), die er sich als „Kügelchen“ (Zeile 35) vorstellt (Konzept *makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen*). Für den festen Zustand nimmt er an, dass sich diese Teilchen „gar nicht bewegen“ und „sich festhalten“ (Zeile 37). Beim Schmelzen lösen sie sich und beginnen, sich zu bewegen. Allerdings widerspricht die Annahme, dass sich Teilchen im festen Zustand gar nicht bewegen, der physikalischen Realität. Zudem deutet die Formulierung „sie halten sich fest“ auf eine anthropomorphe Vorstellung von Bindungskräften hin (Konzept *menschliches Teilchenmodell*).

Beim Übergang vom flüssigen zum gasförmigen Zustand zeigt Max fachsprachliche Sicherheit. Er definiert Sieden korrekt als Übergang von flüssigem Wasser zu Wasserdampf (Zeilen 57-62) und erkennt die Stoffidentität des Wassers über die Aggregatzustände hinweg: „Es ist auch Wasser, nur in der verdampften Form“ (Zeile 62). Allerdings zeigt sich ein zentrales Missverständnis in seiner Wahrnehmung von Wasserdampf. Max identifiziert den sichtbaren Rauch als Wasserdampf (Zeile 63-65). Damit setzt er den sichtbaren Nebel mit gasförmigem Wasserdampf gleich (Konzept *Wasserdampf ist sichtbar*).

Den Kondensationsprozess am Deckel erklärt Max mithilfe des Temperaturunterschieds zwischen Topf und Deckel und führt die Tropfenbildung darauf zurück, dass „das Wasser hochgeht“ und am kälteren Deckel „wieder zu Wasser wird“ (Zeilen 76-77). Beim Verschwinden des Wassers aus dem Topf behält Max die Stoffidentität des Wassers bei, indem er darauf hinweist, dass das Wasser sich zu Wasserdampf verwandelt hat (Zeilen 81-82).

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - *Übergreifende Stoffidentität des Wassers*

- Vorstellungen zu den Phasenübergängen
 - *Wasserdampf ist sichtbar*
Den Wasserdampf sieht man am Rand des Topfes.

- Vorstellungen zum Aufbau der Materie
 - *Menschliches Teilchenmodell*
Teilchen halten sich fest.
 - *Makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen*
Moleküle sind Kugeln.

5.11 Leon

Leon ist zehn Jahre alt und besucht ebenfalls die vierte Klasse. Seine Erklärungen zeigen, dass er bereits über ein grundlegendes, schulisch vermitteltes Vorwissen verfügt. Dieses Vorwissen stammt aus dem Sachunterricht (Zeile 3).

Zentral für Leons Erklärungen ist die Vorstellung von Wärme als auslösendem Faktor für die Zustandsänderungen. Den Schmelzvorgang beschreibt er, indem er erklärt, dass Eiswürfel „anfangen zu schmelzen, weil es warm ist“ (Zeilen 16-18). Er beschreibt, dass Eiswürfel „aus Molekülen“ bestehen, die „so kleine Teilchen“ sind (Zeilen 20-23). Diese stellt er sich als „Kugeln“ vor (Zeile 25). Auffällig ist dabei die Vorstellung, dass die Teilchen dieselbe Farbe wie der Gegenstand besitzen: „Ich denke, sie sind blau, weil die Eiswürfel ja auch blau sind“ (Zeilen 25-28) (Konzept *makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen*). Für den festen Zustand entwickelt Leon eine anschauliche Vorstellung, indem er beschreibt, dass sich die Teilchen „fest an den Händen halten“ (Zeilen 34-35) (Konzept *menschliches Teilchenmodell*). Beim Schmelzen „lassen sie sich los und bewegen sich“ (Zeilen 41-43). Diese Beschreibung zeigt ein grundlegendes Verständnis für unterschiedliche Teilchenanordnungen in den verschiedenen Aggregatzuständen, weist jedoch gleichzeitig auf ein menschliches Verständnis von Bindungskräften hin.

Beim Übergang vom flüssigen zum gasförmigen Zustand erkennt Leon, dass Wasser zu Wasserdampf wird, und beschreibt Blasen als „auch Wasser nur als Wasserdampf“ (Zeilen 45-47). Zudem hält er die Stoffidentität des Wassers aufrecht, indem er erklärt, dass Wasserdampf ebenfalls Wasser ist (Zeilen 73-75). Gleichzeitig zeigt sich ein typisches Missverständnis, da er den sichtbaren Rauch als Wasserdampf identifiziert (Konzept *Wasserdampf ist sichtbar*). Ebenfalls geht Leon davon aus, dass sich in den Blasen „zwischen den Teilchen noch warme Luft“ befindet (Zeilen 49-52), was auf eine typische Schülervorstellung zum Teilchenmodell hinweist (Konzept *warme Luft zwischen den Teilchen*).

Den Kondensationsprozess erklärt Leon nachvollziehbar über den Temperaturunterschied zwischen Topf und Deckel. Er beschreibt, dass Wasser aufsteigt und am kälteren Deckel „wieder zu Wasser wird“ (Zeilen 61-62).

Insgesamt erkennt Leon die gemeinsame Struktur der Experimente, indem er hervorhebt, dass es „um Wasser und aus was es besteht“ (Zeile 78) ging.

Die Einzelstrukturierung ergibt sich wie folgt:

- Verbindung zwischen den drei Versuchen
 - *Übergreifende Stoffidentität des Wassers*
Die Teilchen bleiben gleich und verändern sich nicht.

- Vorstellungen zu den Phasenübergängen
 - *Wasserdampf ist sichtbar*
Das ist der Rauch über dem Topf.

- Vorstellungen zum Aufbau der Materie
 - *Makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen*
Teilchen sind Kugeln und besitzen die Farbe des Stoffes.
 - *Menschliches Teilchenmodell*
Teilchen halten sich fest und lassen sich los.
 - *Warme Luft zwischen den Teilchen*
Zwischen den Teilchen befindet sich warme Luft.

6 Verallgemeinerung und Diskussion

In der abschließenden Phase der qualitativen Inhaltsanalyse erfolgt in Anlehnung an Gropengießer (2008) eine Verallgemeinerung der erhobenen Schülervorstellungen in tabellarischer Form sowie deren anschließende Diskussion. Dabei werden die im Rahmen der Einzelstrukturierung identifizierten Konzepte zu übergeordneten Kategorien gebündelt, die gemeinsame Denkstrukturen der Lernenden widerspiegeln. Die folgenden Tabellen orientieren sich in ihrer Darstellung an Gropengießer (2008). In der Kopfzeile wird jeweils die entsprechende Verallgemeinerung benannt. Die linke Spalte enthält die individuellen Konzepte einzelner Schülerinnen und Schüler, während in der rechten Spalte eine zusammenfassende Beschreibung dieser Konzepte erfolgt. Zur Gewährleistung der Übersichtlichkeit werden nicht sämtliche identifizierten Konzepte aufgeführt. Stattdessen erfolgt eine exemplarische Auswahl solcher Konzepte, die entweder als besonders aussagekräftig einzustufen sind oder in vergleichbarer Form bereits in früheren Studien beschrieben wurden.

Verallgemeinerung des Konzeptes <i>Schmelzen als Auflösungsprozess/ Formverlust</i>	
Paul: Auflösen Wenn es warm wird, löst sich der Frost der Eiswürfel auf.	Schmelzen als Vorgang, bei dem Eiswürfel ihre feste Form verlieren oder sich auflösen.
Elias: Formverlust Eiswürfel brauchen viel Kälte, damit sie ihre Form behalten.	

Tabelle 10: Verallgemeinerung des Konzeptes "Schmelzen als Auflösungsprozess/ Formverlust"

Ein erstes verallgemeinertes Konzept zeigt sich im Bereich des Schmelzens und lässt sich als Auflösungsprozess beziehungsweise als Verlust der festen Form charakterisieren. Schmelzen wird dabei als ein Vorgang interpretiert, bei dem Eis infolge von Wärmeeinwirkung seine feste Struktur verliert oder sich aufzulösen scheint. Diese Vorstellung ist auf alltagsbasierte Erfahrungen zurückzuführen, in denen Kinder beobachten, dass Eis bei steigenden Temperaturen seine Form verändert oder „verschwindet“. Die Interpretation orientiert sich demnach primär an phänomenologisch wahrnehmbaren Veränderungen, während die stoffliche Kontinuität des Wassers in den Hintergrund tritt.

Verallgemeinerung des Konzeptes *Verdampfen als Austrocknungs-/Auflösungsprozess*

Paul: Austrocknen Wenn es zu heiß ist, dann verdampft das Wasser und trocknet aus.	Verdampfen ist ein Vorgang, bei dem Wasser durch Hitze austrocknet oder sich auflöst.
Ella: Austrocknen Das Wasser ist ausgetrocknet und weg.	
Lena: Austrocknen Das Wasser im Topf wird weniger, weil es ausgetrocknet ist.	
Marc: Auflösen Irgendwann lösen sie sich dann auf.	

Tabelle 11: Verallgemeinerung des Konzeptes "Verdampfen als Austrocknungs-/Auflösungsprozess"

Dieses Konzept zeichnet sich dadurch aus, dass der Übergang von flüssigem zu gasförmigem Wasser als ein Prozess verstanden wird, bei dem das Wasser infolge von Wärmeeinwirkung austrocknet oder verschwindet. Diese Vorstellung wird insbesondere durch die Beobachtung geprägt, dass die Wassermenge im Topf während des Experiments sichtbar abnimmt, was von den Kindern als Hinweis darauf gedeutet wird, dass das Wasser „weg“ ist. Bereits Wodzinski und Wilhelm (2018) beschreiben, dass Kinder im Anfangsunterricht Wasser überwiegend nur im flüssigen Zustand als solches identifizieren. Da häufig noch keine Vorstellung von der Erhaltung der Materie vorliegt, wird der Phasenübergang in den gasförmigen Zustand nicht als Zustandsänderung desselben Stoffes interpretiert, sondern vielmehr als ein Auflösen des Wassers (ebd.).

Verallgemeinerung des Konzeptes *Stoffumwandlung in Luft*

Paul Das flüssige Wasser verwandelt sich in Luft.	Verdampfen wird als Prozess verstanden, bei dem Wasser beim Erhitzen verschwindet, indem es sich in Luft verwandelt.
Anna Das Wasser ist beim Kochen weggegangen und hat sich in Luft verwandelt.	
Emma Das Wasser hat sich in Luft verwandelt und ist unsichtbar.	

Tabelle 12: Verallgemeinerung des Konzeptes "Stoffumwandlung in Luft"

Ein weiteres Konzept im Zusammenhang mit dem Verdampfungsprozess besteht darin, dass Wasser beim Erhitzen als Stoff verstanden wird, der sich in Luft

verwandelt, sodass eine Stoffumwandlung in Luft angenommen wird. Im Unterschied zum zuvor beschriebenen Konzept wird das Wasser hier nicht als „verschwunden“, sondern als in eine andere Substanz übergegangen interpretiert. Auch diese Vorstellung wurde bereits in der Literatur beschrieben (vgl. Wodzinski & Wilhelm, 2018). Die Deutungen der Kinder orientieren sich dabei maßgeblich an sichtbaren Phänomenen. Die fehlende Sichtbarkeit des Wasserdampfs erschwert die Einsicht, dass es sich weiterhin um denselben Stoff in einem anderen Aggregatzustand handelt.

Verallgemeinerung des Konzeptes <i>Wasserdampf ist sichtbar</i>	
Marc Feiner Nebel als sichtbares Zeichen für Wasserdampf.	Wasserdampf wird als sichtbarer Rauch wahrgenommen, der beim Erhitzen des Wassers über dem Topf aufsteigt.
Max Den Wasserdampf sieht man am Rand des Topfes.	
Leon Das ist der Rauch über dem Topf.	

Tabelle 13: Verallgemeinerung des Konzeptes "Wasserdampf ist sichtbar"

Das nächste Konzept schließt unmittelbar daran an und betrifft die Wahrnehmung von Wasserdampf. Dieser wird als sichtbarer Rauch interpretiert, der beim Erhitzen über dem Topf aufsteigt. Die Deutungen der Kinder orientieren sich dabei an dem unmittelbar Wahrnehmbaren, sodass das Sichtbare mit dem gasförmigen Zustand des Wassers gleichgesetzt wird. Fachlich handelt es sich hierbei jedoch nicht um den eigentlichen, unsichtbaren Wasserdampf, sondern um bereits kondensierte, sichtbare Wassertröpfchen (ebd.).

Verallgemeinerung des Konzeptes <i>Siedebblasen als Luftblasen</i>	
Paul Die Blubberblasen bestehen aus Luft.	Die im Wasser entstehenden Siedebblasen bestehen aus Luft.
Elias Die Blubberblasen bestehen aus Luft.	
Anna Die Blubberblasen bestehen aus Luft.	
Lena Die Blubberblasen bestehen aus Luft.	

Ella Die Blasen bestehen aus Wasser und Luft.
Marc Es entstehen Luftblasen.

Tabelle 14: Verallgemeinerung des Konzeptes "Siedebblasen als Luftblasen"

Ein weiteres Konzept zeigt sich in der Deutung der Siedebblasen und wurde von vielen Schülerinnen und Schülern geäußert. Diese werden als Luftblasen interpretiert, die beim Erhitzen im Wasser entstehen. Auch hier orientieren sich die Erklärungen an dem unmittelbar Sichtbaren sowie an alltagsnahen Erfahrungen, in denen Blasen typischerweise mit Luft in Verbindung gebracht werden. Die Entstehung der Blasen wird daher nicht als Folge des Übergangs von Wasser in den gasförmigen Zustand verstanden, sondern als Einschluss oder Freisetzung von Luft gedeutet. Diese Annahme korrespondiert mit der Vorstellung, dass sich zwischen den Wasserteilchen Luft befindet, auch wenn dies von den Kindern nicht explizit auf der Teilchenebene beschrieben wird. Die Blasen werden folglich nicht als Wasserdampf erkannt, sondern als Luft interpretiert. Dieser Vorstellung liegt überwiegend eine Kontinuumsvorstellung von Materie zugrunde, bei der Stoffe nicht als aus diskreten Teilchen aufgebaut gedacht werden. Dadurch wird der Übergang in den gasförmigen Zustand nicht als Veränderung auf Teilchenebene verstanden, sondern als Durchmischung oder Freisetzung von Luft gedeutet.

Verallgemeinerung des Konzeptes <i>Wärme mit Stoffeigenschaften</i>	
Paul Die Hitze kann nicht mehr aus dem Topf raus.	Hitze ist ein Stoff, der eingeschlossen werden kann, mit Wasser oder Rauch aufsteigt und sichtbare Effekte verursacht.
Elias Der Deckel beschlägt, weil die Hitze da drin eingeschlossen war.	
Ella Der Rauch besteht aus Wasser und Hitze. Hitze steigt mit dem Rauch auf.	

Tabelle 15: Verallgemeinerung des Konzeptes "Wärme mit Stoffeigenschaften"

Auch das Konzept der „Wärme“ oder „Hitze“ als eine Substanz mit Stoffeigenschaften wurde von mehreren Schülerinnen und Schülern geäußert. Im Rahmen dieser Erhebung bestand das Konzept vor allem aus Vorstellungen, Wärme die

Eigenschaft zuzuschreiben, eingeschlossen zu werden, sich auszubreiten oder gemeinsam mit anderen Stoffen aufzusteigen. So wird beispielsweise angenommen, dass Hitze im Topf „gefangen“ ist oder mit dem aufsteigenden Rauch nach oben geht. Diese Deutungen lassen sich mit dem in der Literatur beschriebenen alltagsnahen Verständnis der Wärme als stoffartiger Größe in Verbindung bringen (vgl. Fischler & Schecker, 2018). In solchen Vorstellungen erhält Wärme den Charakter einer Substanz mit Eigenschaften.

Verallgemeinerung des Konzeptes *Makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen*

Marc Die Teilchen im Wasser werden immer größer und lösen sich dann irgendwann auf.	Materie besteht aus kleinen Teilchen, die bei Erwärmung größer werden, sich ausdehnen. Teilchen besitzen sichtbare Eigenschaften wie Farbe, Form und Größe.
Lucas Teilchen besitzen sichtbare Eigenschaften wie Farbe, Helligkeit und Größe und verändern diese bei Temperaturveränderungen.	
Max Moleküle sind Kugeln.	
Leon Teilchen sind Kugeln und besitzen die Farbe des Stoffes.	

Tabelle 16: Verallgemeinerung des Konzeptes "Makroskopische Eigenschaften kleinster Teilchen"

Dieses Konzept wurde vor allem von Schülern der vierten Klasse geäußert. Auffällig ist, dass diese das Teilchenmodell eigenständig zur Erklärung heranziehen, was vermutlich auf entsprechende unterrichtliche Vorerfahrungen zurückzuführen ist, da das Thema im vorangegangenen Jahr im Sachunterricht behandelt wurde. Die Kinder gehen davon aus, dass Materie aus kleinen Teilchen besteht, die sich bei Erwärmung vergrößern und ausdehnen. Gleichzeitig werden den Teilchen sichtbare Eigenschaften wie Farbe, Form und Größe zugeschrieben. Damit werden makroskopische Merkmale auf die nicht direkt wahrnehmbare Teilchenebene übertragen. Diese Form der Übertragung makroskopischer Eigenschaften auf Teilchen ist in der Literatur vielfach beschrieben worden (vgl. Duit, 2020) und steht somit im Einklang mit den Ergebnissen der vorliegenden Erhebung. Sie verdeutlicht, dass das Teilchenmodell zwar aufgegriffen wird, jedoch weiterhin stark an anschauliche und erfahrungsbasierte Vorstellungen gebunden bleibt.

Verallgemeinerung des Konzeptes <i>Menschliches Teilchenmodell</i>	
Lena Die Teilchen halten sich fest an den Händen und zappeln.	Teilchen werden als kleine Einheiten verstanden, die sich gegenseitig an den Händen halten und sich bewegen können.
Valentina Die Teilchen halten sich gegenseitig fest.	
Max Teilchen halten sich fest.	
Leon Teilchen halten sich fest und lassen sich los.	

Tabelle 17: Verallgemeinerung des Konzeptes "Menschliches Teilchenmodell"

An das zuvor beschriebene Konzept schließt das sogenannte menschliche Teilchenmodell an. Auch hier greifen die Kinder auf das Teilchenmodell zurück, beschreiben die Teilchen jedoch mit menschlichen Eigenschaften und Handlungen, etwa indem die Teilchen sich „festhalten“, „loslassen“ oder sich aktiv voneinander entfernen.

Weitere Konzepte
Paul: Anthropomorphe Erklärung Das Wasser hat die Hitze nicht mehr ausgehalten.
Elias: Anthropomorphe Erklärung Der Topfdeckel beschlägt, weil er schwitzt.
Ella: Anthropomorphe Erklärung Der Topfdeckel beschlägt, weil er schwitzt.
Leon: Warme Luft zwischen den Teilchen Zwischen den Teilchen befindet sich warme Luft.

Tabelle 18: Weitere Konzepte

Für die folgenden Konzepte bietet sich aufgrund ihrer geringen Häufigkeit keine weitere Verallgemeinerung an, dennoch lassen sich daraus wichtige Erkenntnisse über die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler gewinnen. Dazu zählen insbesondere anthropomorphe Erklärungen, bei denen unbelebten Objekten oder Stoffen menschliche Eigenschaften zugeschrieben werden. Diese Deutungen verdeutlichen erneut die starke Orientierung an alltagsnahen Erfahrungs- und Erklärungsmustern.

Darüber hinaus zeigt sich vereinzelt die Vorstellung, dass sich zwischen den Teilchen „warme Luft“ befindet. Auch diese Annahme ist in der fachdidaktischen Literatur bereits beschrieben worden und verweist darauf, dass Kinder ein Vakuum nur schwer akzeptieren. Nicht sichtbare Zwischenräume werden daher häufig mit bekannten Stoffen wie Luft gefüllt (Fischler & Schecker, 2018).

7 Fazit und Ausblick

Ziel dieser Untersuchung war es, Schülervorstellungen zum Thema „Wasser“ im Primarbereich zu erfassen und zu rekonstruieren. Im Mittelpunkt stand dabei die Frage, wie Schülerinnen und Schüler die Aggregatzustände sowie die zugehörigen Phasenübergänge auf Grundlage ihrer Beobachtungen erklären und inwiefern sie dabei bereits auf ein intuitives Teilchenmodell zurückgreifen.

Insgesamt wird deutlich, dass die Erklärungen der Kinder primär an unmittelbar wahrnehmbaren Phänomenen ausgerichtet sind. Schmelzen wird dabei vor allem als Formverlust oder Auflösungsprozess interpretiert, während Verdampfen häufig als Verschwinden des Wassers verstanden wird. Der gasförmige Zustand bleibt dabei für viele Kinder konzeptuell schwer zugänglich und wird daher mit sichtbaren Erscheinungen gleichgesetzt oder als Stoffumwandlung in Luft interpretiert. Auffällig ist zudem, dass insbesondere Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse von sich aus auf ein Teilchenmodell zurückgreifen. Diese Vorstellungen sind jedoch deutlich durch unterrichtliche Vorerfahrungen geprägt und werden häufig mit makroskopischen Eigenschaften überlagert, indem den Teilchen sichtbare Merkmale oder menschliche Eigenschaften zugeschrieben werden. Dies verdeutlicht, dass das Teilchenmodell zwar verfügbar ist, jedoch noch nicht im Sinne eines wissenschaftlich adäquaten, mikroskopischen Erklärungsmodells genutzt wird.

Diese Befunde zeigen, dass Schülervorstellungen als sinnvolle Deutungsversuche zu verstehen sind, mit denen Kinder ihre Umwelt strukturieren. Für den Sachunterricht bedeutet dies, dass diese Vorstellungen gezielt aufgegriffen, wertgeschätzt und systematisch weiterentwickelt werden sollten. Ein entdeckender Unterricht, der Raum für eigene Vermutungen und deren Überprüfung bietet, kann dazu beitragen, oberflächliche Beobachtungen in ein tieferes Verständnis zu überführen. Da viele Prozesse der Aggregatzustandsänderungen auf der

Mikroebene ablaufen, muss der Unterricht gezielt Lerngelegenheiten schaffen, die auch nicht sichtbare Erklärungen einbeziehen. Hierbei steht die Fachdidaktik vor der Herausforderung, abstrakte Konzepte so zu elementarisieren, dass sie die Lernenden nicht kognitiv überfordern. Auch wenn die Einführung eines expliziten Teilchenmodells in der Grundschule aufgrund seines hohen Abstraktionsgrades diskursiv umstritten ist, verdeutlichen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass Kinder von sich aus nach tieferliegenden Erklärungen suchen.

Um diesen kindlichen Denkprozessen gerecht zu werden, war es das Ziel dieser Untersuchung, nicht bloß eine statische Auflistung von Vorstellungen zu erstellen, sondern die Grundlage für eine verbesserte Vermittlung im Unterricht zu schaffen. Die vorliegende Untersuchung unterstreicht somit, wie entscheidend eine wertschätzende Diagnose dieser Vorstellungen für ein reflexives naturwissenschaftliches Lernen ist. Sie bietet Lehrkräften konkrete Anhaltspunkte, um den Brückenschlag zwischen der Lebenswelt der Kinder und den physikalischen Grundlagen fachdidaktisch fundiert zu gestalten.

Literaturverzeichnis

- Brüsemeister, T.** (2008). *Qualitative Forschung - ein Überblick, 2., überarbeitete Auflage*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Dobral'skaya, V.** (16. Oktober 2025). *Schüler fallen in Mathe und Naturwissenschaften zurück*. Tagesschau. <https://www.tagesschau.de/wissen/bildungstrend-2024-100.html> (Aufgerufen: 10. Februar 2026)
- Duit, R.** (1997). Alltagsvorstellungen und Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht - Forschungsstand und Perspektiven für den Sachunterricht der Primarstufe. In W. Köhnlein, B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.), *Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Band 1* (S. 233-246). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Duit, R.** (2020). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In E. Kircher, R. Girwidz & H. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik: Grundlagen, 4. Auflage* (S. 337-366). Berlin: Springer.
- Fischler, H. & Schecker, H.** (2018). Schülervorstellungen zu Teilchen und Wärme. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht - Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 139-159). Berlin: Springer.
- GDSU** (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts), (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Verlag Julius Klinkhardt.
- Gläser-Zikuda, M.** (2015). Qualitative Auswertungsverfahren. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung: Strukturen und Methoden, 2., überarbeitete Auflage* (S. 119-131). Wiesbaden: Springer.
- Grohmann, A.-N., Jekel, M., Grohmann, A., Szewzyk, R. & Szewzyk, U.** (2011). *Wasser: Chemie, Mikrobiologie und nachhaltige Nutzung*. De Gruyter.
- Gropengießer, H.** (2008). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung. In P. Mayring & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Die*

Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse (2. Aufl.) (S. 172-189). Weinheim: Beltz.

Hempel, M. & Lüpkes, J. (2011). *Lernen im Sachunterricht: Lernplanung - Lernaufgabe - Lernwege*. Schneider Verlag Hohengehren GmbH.

Hopf, M. & Wilhelm, T. (2018). Conceptual Change - Entwicklung physikalischer Vorstellungen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht - Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 23-38). Berlin: Springer.

Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschafts-didaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3 (3), 3-18.

Krüger, D. & Riemeier, T. (2014). Die qualitative Inhaltsanalyse - eine Methode zur Auswertung von Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 133-145). Berlin Heidelberg: Springer.

Lange-Schubert, K., Böschl, F. & Hartinger, A. (2017). Naturwissenschaftliche Methoden aneignen und anwenden - Untersuchungen durchführen und wissenschaftliche Modelle nutzen am Beispiel Aggregatzustände und ihre Übergänge. In H. Giest (Hrsg.), *Die naturwissenschaftliche Perspektive konkret - Begleitband 4 zum Perspektivrahmen Sachunterricht* (S. 25-39). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

LEIFIchemie. (o. D.). *Aggregatzustände im Teilchenmodell*. LEIFIchemie. <https://www.leifichemie.de/einfuehrung-die-chemie/teilchenmodell/grundwissen/aggregatzustaende-im-teilchenmodell> (Aufgerufen: 21. Februar 2026)

Niebert, K. & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121-132). Berlin Heidelberg: Springer.

- Peuckert, J.** (2006). Stabilität und Ausprägung von Teilchenvorstellungen. In H. Fischler & C. S. Reiners (Hrsg.), *Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht* (S. 77-105). Berlin: Logos.
- Reinders, H.** (2015). Interview. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung - Strukturen und Methoden, 2., überarbeitete Auflage* (S. 93-108). Wiesbaden: Springer.
- Reinders, H. & Ditton, H.** (2015). Überblick Forschungsmethoden. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung - Strukturen und Methoden, 2., überarbeitete Auflage* (S. 49-57). Wiesbaden: Springer.
- Schecker, H. & Duit, R.** (2018). Schülervorstellungen und Physiklernen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht - Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 1-22). Berlin: Springer.
- Schecker, H., Parchmann, I. & Krüger, D.** (2014). Formate und Methoden naturwissenschaftsdidaktischer Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 2-15). Berlin Heidelberg: Springer.
- Schmiermund, T.** (2019). *Das Chemiewissen für die Feuerwehr*. Springer.
- Steffensky, M., Lange-Schubert, K. & Kleickmann, T.** (2024). Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich. In M. Götz, A. Hartinger, F. Heinzel, J. Kahlert, S. Miller & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik* (5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage) (S. 610-619). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Wilhelm, T. & Schecker, H.** (2018). Strategien für den Umgang mit Schülervorstellungen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht - Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 39-62). Berlin: Springer.

- Wodzinski, R.** (2020). Physikalische Fachkonzepte anbahnen - Anschlussfähigkeit verbessern. In E. Kircher, R. Girwidz & H. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik: Grundlagen, 4. Auflage* (S. 573-600). Berlin: Springer.
- Wodzinski, R. & Wilhelm, T.** (2018). Schülervorstellungen im Anfangsunterricht. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht - Ein Lehrbruch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 244-270). Berlin: Springer.

8 Anhang

Interviewleitfaden.....	1
A1: Paul Transkript.....	5
A2: Paul redigierte Aussagen	7
A3: Paul geordnete Aussagen	7
B1: Elias Transkript.....	9
B2: Elias redigierte Aussagen.....	11
B3: Elias geordnete Aussagen	11
C1: Ella Transkript.....	13
C2: Ella redigierte Aussagen	15
C3: Ella geordnete Aussagen.....	16
D1: Anna Transkript	17
D2: Anna redigierte Aussagen	19
D3: Anna geordnete Aussagen.....	19
E1: Marc Transkript.....	21
E2: Marc redigierte Aussagen.....	23
E3: Marc geordnete Aussagen	24
F1: Lena Transkript	25
F2: Lena redigierte Aussagen	28
F3: Lena geordnete Aussagen.....	28
G1: Emma Transkript	30
G2: Emma redigierte Aussagen	32
G3: Emma geordnete Aussagen.....	32
H1: Valentina Transkript.....	34
H2: Valentina redigierte Aussagen.....	36
H3: Valentina geordnete Aussagen	37
I1: Lucas Transkript.....	38
I2: Lucas redigierte Aussagen.....	40
I3: Lucas geordnete Aussagen	41
J1: Max Transkript.....	42
J2: Max redigierte Aussagen.....	45
J3: Max geordnete Aussagen	45
K1: Leon Transkript.....	47
K2: Leon redigierte Aussagen	49

K3: Leon geordnete Aussagen	50
Eigenständigkeitserklärung	51

Interviewleitfaden

1) Einleitende Worte meinerseits:

„Hallo (Name des Kindes), ich freue mich, dass du bei dem Interview mitmachst. Mein Name ist Jana Schäfer und ich möchte heute ein Gespräch mit dir führen, weil ich selbst bald Lehrerin werde. Deshalb muss ich noch untersuchen und aufschreiben, was Schülerinnen und Schüler über das Thema „Wasser“ denken. Und deshalb möchte ich gerne auch von dir wissen, was du über Wasser denkst.

Ich danke dir für deine Unterstützung.

Das Gespräch wird ungefähr zehn Minuten dauern. Für mich ist alles interessant, was du denkst. Ganz wichtig ist, dass es keine falschen Antworten gibt.

Ich kann mir jedoch nicht alles merken, was du mir erzählst. Deswegen möchte ich dich gerne aufnehmen, damit ich es hinterher nochmal anhören kann. Mich hört man also auch. Bist du damit einverstanden?

Die Aufnahme wird niemand hören außer mir und ich werde sie nur für diese Arbeit verwenden.

Wenn du ansonsten keine Fragen mehr hast, können wir anfangen.“

2) Das Interview

Einstiegsfrage:

- Was weißt du bereits alles über Wasser?
- Wo findest du Wasser in deinem Alltag?
- Für was brauchst du Wasser?

Experiment Teil 1:

Als Erstes habe ich dir eine Schüssel mit Eiswürfeln mitgebracht. Schau es dir bitte kurz an.

- Was siehst du?
- Was kannst du beobachten?
- Was passiert mit den Eiswürfeln?
- Warum passiert das mit den Eiswürfeln? Kannst du erklären, was passiert ist?
- Woraus besteht Eis?

Experiment Teil 2:

Als Nächstes werde ich das Wasser in einen Topf geben und anschließend auf dem Herd erhitzen.

- Was kannst du beobachten?
- Was passiert mit dem Wasser?
- Was entsteht im Wasser bzw. auf der Wasseroberfläche?
- Aus was bestehen die Blasen beim Kochen?
- Was sieht man über dem Wasser?
- Woraus besteht das, was über dem Wasser aufsteigt?
- Warum nimmt das Wasser im Topf ab? Wo geht es hin?
- Was bedeutet „verdampfen“?

Experiment Teil 3:

Als Letztes lege ich jetzt noch einen Deckel auf unseren Topf und wir schauen mal, was passiert.

- Was kannst du beobachten? Was passiert mit dem Deckel?
- Warum ist das passiert? Kannst du es mir erklären?
- Woraus besteht Wasser?
- Was passiert mit dem Wasser, wenn es erhitzt wird?
- Warum macht das Wasser das?

Abschluss:

- Was haben die Versuche gemeinsam?
- Fällt dir ein weiteres Beispiel ein, wo man so etwas Ähnliches beobachten kann?
- Möchtest du sonst noch etwas sagen?

Danke, dass du so großartig mitgemacht hast!

Interventionen	Erwartete Vorstellungen	Bemerkungen
Was weißt du bereits alles über Wasser?	Beschreibungen aus Alltagserfahrungen	Nur beschreiben lassen (Dient als Einstieg in das Interview) Wenn nötig: Wo findest du Wasser in deinem Alltag wieder?
Vorführung Experiment Erster Teil:	Die Aggregatzustände von Wasser Wasser – ein Verwandlungskünstler	Eiswürfel schmelzen
Was siehst du?		Nur beschreiben lassen
Was kannst du beobachten?	Die Eiswürfel schmelzen.	Nur beschreiben lassen
Warum ist das so passiert?	Die Eiswürfel schmelzen, weil es zu warm ist.	
Vorführung Experiment Zweiter Teil:	Das geschmolzene Wasser wird in einem Topf erhitzt	
Was kannst du beobachten?	Es entstehen Blasen beim Kochen.	Nur beschreiben lassen
Was entsteht im Wasser bzw. auf der Wasseroberfläche?		
Aus was bestehen die Blasen beim Kochen? / Aus was besteht das, was über dem Wasser aufsteigt?	Die Blasen bestehen aus Luft oder anderen Stoffen.	
Warum nimmt das flüssige Wasser beim Kochen ab und wo geht es hin?	Das flüssige Wasser verschwindet. Das Wasser hat sich in Luft verwandelt. Kontinuumsvorstellung	Wenn nötig, bei einzelnen Aspekten nachhaken: Wo ist das Wasser hin? Was bedeutet verdampfen?
Vorführung Experiment Dritter Teil:	Wasserdampf	
Was konntest du beobachten?	Der Deckel wird nass und es entstehen Wassertropfen.	Aufmerksamkeit wird auf die entstandenen Wassertropfen gezogen. Evtl. nachhaken und genauer erklären lassen
Warum ist das so passiert?		Nachhaken: Woraus besteht Wasser?

	Was passiert mit dem Wasser, wenn es erhitzt wird?
Du hast kleine Teilchen erwähnt. Kannst du erklären, was du damit meinst?	Nochmal erklären lassen
Was glaubst du passiert mit diesen Teilchen?	Makroskopische Eigenschaften der Teilchen Die Teilchen dehnen sich bei Erwärmung aus.
Was machen sie, wenn das Wasser erwärmt wird?	Makroskopische Eigenschaften der Teilchen
Abschluss	
Was glaubst du haben die Versuche gemeinsam?	
Welches Beispiel fällt dir noch ein, wo man so etwas Ähnliches beobachten kann?	
Möchtest du sonst noch etwas sagen? / Fällt dir sonst noch etwas ein?	

A1: Paul Transkript

- 1 I: Also, es geht ja um das Thema Wasser - deshalb habe ich erstmal die
2 Frage, was du schon alles über Wasser weißt? Für was brauchst du das
3 im Alltag oder hast du schon irgendwelche Kenntnisse darüber? Warum
4 ist es wichtig für uns?
- 5 S: Weil die Menschen damit leben und wenn man kein Wasser kriegt, dann
6 sterben die Menschen.
- 7 I: Hmhm, super. Und jetzt haben wir hier in der Schüssel - guck mal.
- 8 S: Eiswürfel
- 9 I: Ja, sind Eiswürfel - und was kannst du beobachten, was mit den Eiswür-
10 feln passiert?
- 11 S: (3sec) Die schmelzen langsam.
- 12 I: Weißt du auch, warum das passiert?
- 13 S: Wegen der Wärme. Die sind ja richtig kalt und sie bestehen nur aus Was-
14 ser und das ist - halt gefrorenes Wasser und wenn es warm wird, löst sich
15 die Frost auf und dann wird es wieder zu normalen Wasser.
- 16 I: Hmhm. Super. Was glaubst du denn aus was Eis besteht?
- 17 S: Wasser
- 18 I: Aus Wasser. Okay.
- 19 (3sec)
- 20 I: Dann gehen wir einmal zum Herd - ich mache einmal kurz die Herdplatte
21 hier an.
- 22 (7sec)
- 23 I: Jetzt haben wir hier einen Topf und jetzt möchte ich die Eiswürfel in den
24 Topf geben - was glaubst du denn, was passieren wird, wenn wir die jetzt
25 in den Topf geben?
- 26 S: Die schmelzen. Wenn es richtig warm wird, schnell.
- 27 [Eiswürfel werden in den Topf gegeben]
- 28 I: Was kannst du beobachten?
- 29 S: Die schmelzen richtig schnell.
- 30 I: Und was siehst du denn? Was entsteht denn schon da unten am Topfbo-
31 den?
- 32 S: Blubberblasen.
- 33 I: Hmhm. Was glaubst du aus was Blubberblasen bestehen?
- 34 (4sec)

35 S: Aus Luft [fragend formuliert]
36 I: Aus Luft? Hmhm.
37 (10sec)
38 I: So jetzt gleich sind die Eiswürfel ganz geschmolzen. Ist denn von den
39 Eiswürfeln noch was übrig?
40 S: Ja, das Wasser von den Eiswürfeln.
41 I: Ah, super (5sec) Siehst du denn sonst noch was, was gerade passiert?
42 S: Ja - der Topf - hier da - verwölkt sich oder dreht sich.
43 I: Und was passiert hier? Guck mal hier über den Topf. Was siehst du da?
44 S: Dampf - also ein bisschen.
45 I: Hmhm.
46 S: Also, dass es verdampft.
47 I: Was bedeutet denn verdampfen?
48 S: Das es sehr heiß ist.
49 I: Das es sehr heiß ist - und was verdampft?
50 S: -- Das Wasser. Wenn es zu heiß ist, dann verdampft es und trocknet aus.
51 I: Okay, super.
52 (5sec)
53 I: So, jetzt als letztes legen wir noch einmal den Deckel auf den Topf. Was
54 passiert denn jetzt mit unserem Topfdeckel?
55 S: Ja - er schwellt auch an.
56 I: Er schwellt an?
57 S: Er schlägt an.
58 I: Und warum ist das passiert?
59 S: Weil - die Hitze jetzt nicht mehr raus kann und - das Wasser verdampft
60 halt und da bildet sich so Schwachstellen.
61 I: Schwachstellen? Okay - und guck mal [zeigt auf die Wassertropfen, die
62 am Topfdeckel entstanden sind] - was ist jetzt hier?
63 S: Wasser. Und jetzt kocht es.
64 I: Hmhm - ist dir noch was aufgefallen von der Menge des Wassers? Ist das
65 gleichgeblieben oder ist das weniger geworden?
66 S: Ich denke weniger.
67 I: Und weißt du auch vielleicht warum? Oder hast du eine Vermutung?
68 S: Weil es zu heiß war und das Wasser es nicht mehr aushalten konnte und
69 es ausgetrocknet ist und es hat sich in Luft verwandelt.

- 70 I: Super - das wars schon.
 71 (5sec)
 72 I: Als Letztes, als Abschluss habe ich noch eine Frage - Was denkst du denn
 73 was alles hier gemeinsam hatte?
 74 S: Das es alles aus Wasser besteht.
 75 I: Und hast du vielleicht noch ein Beispiel, wo man sowas ähnliches be-
 76 obachten kann oder sonst noch was zum Thema Wasser?
 77 S: Schnee. Wenn der schmilzt, dann wird er auch zu Wasser.
 78 I: Ja, super. - das war es.
 79 S: Wir sind fertig?
 80 I: Ja, sind wir. Du hast das super gemacht.

A2: Paul redigierte Aussagen

(1-6) {Wasser ist wichtig}, weil die Menschen ohne Wasser sterben.

(11-18) Die {Eiswürfel} schmelzen wegen der Wärme. Die {Eiswürfel} sind richtig kalt und bestehen aus gefrorenem Wasser und wenn es warm wird, löst sich der Frost auf und dann werden die {Eiswürfel} wieder zu normalem Wasser.

(26-29) Die {Eiswürfel} schmelzen schnell, wenn es warm wird.

(32-36) {Auf dem Topfboden} entstehen Blubberblasen, die aus Luft bestehen.

(44-50) {Über dem Topf} ist ein bisschen Dampf. Verdampfen bedeutet, dass es sehr heiß ist, und wenn es zu heiß ist, dann verdampft (das Wasser) und trocknet aus.

(57-60) (Der Topfdeckel) schlägt an, weil die Hitze nicht mehr raus kann und das Wasser verdampft.

(64-69) Die Menge des Wassers ist im Topf weniger geworden, weil es zu heiß war und das Wasser es nicht mehr aushalten konnte und es ausgetrocknet ist und es sich in Luft verwandelt hat.

(72-77) Alle Versuchen haben gemeinsam, dass alles aus Wasser besteht. Ein ähnliches Beispiel ist Schnee. Wenn der schmilzt, dann wird er auch zu Wasser.

A3: Paul geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(11-18, 26-29) Die {Eiswürfel} schmelzen wegen der Wärme. Die {Eiswürfel} sind richtig kalt und bestehen aus gefrorenem Wasser und wenn es warm wird, löst sich der Frost auf und dann werden die {Eiswürfel} wieder zu normalem Wasser. Die {Eiswürfel} schmelzen schnell, wenn es warm wird.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(32-36, 44-50, 64-69) {Auf dem Topfboden} entstehen Blubberblasen, die aus Luft bestehen, und über dem Topf ist ein bisschen Dampf entstanden. Verdampfen bedeutet, dass es sehr heiß ist, und wenn es zu heiß ist, dann verdampft das Wasser und trocknet aus. Die Menge des Wassers ist im Topf weniger geworden, weil es zu heiß war und das Wasser es nicht mehr aushalten konnte und es ausgetrocknet ist und es sich in Luft verwandelt hat.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(57-60) (Der Topfdeckel) schlägt an, weil die Hitze nicht mehr raus kann und das Wasser verdampft.

Verbindung zwischen den 3 Versuchen:

(72-77) Alle Versuchen haben gemeinsam, dass alles aus Wasser besteht. Ein ähnliches Beispiel ist Schnee. Wenn der schmilzt, dann wird er auch zu Wasser.

B1: Elias Transkript

- 1 I: Zu Beginn will ich einfach erstmal zum Einstieg wissen, was weißt du
2 denn bereits alles über das Thema Wasser? - zum Beispiel aus dem Alltag
3 oder, für was wir das Wasser brauchen?
- 4 S: Also das Wasser brauchen wir- für- das wir leben können, weil wir müs-
5 sen es auch trinken- es gibt verschiedene Arten von Wasser quasi- es gibt-
6 Mineralwasser und Leitungswasser und Salzwasser, das ist im Meer
7 quasi drin.
- 8 I: Super
- 9 S: Im Meer leben auch - Tiere und --- ja
- 10 I: Genau. Für was brauchen wir das Wasser im Alltag?
- 11 S: Damit wir -- also -- damit wir was trinken können und dass wir halt über-
12 leben können.
- 13 I: Super -- dann schau mal -- hier habe ich eine Schüssel mitgebracht -- was
14 siehst du denn da drin?
- 15 S: Also da drin sind Eiswürfel
- 16 I: Genau -- und was kannst du beobachten, was mit denen passiert?
- 17 S: Wenn es zu warm für die wird, schmelzen die irgendwann- weil hier ist
18 schon ein bisschen Wasser drin
- 19 I: Hmhm
- 20 S: Und das ist nur da drin, weil es geschmolzen ist
- 21 I: Okay -- und warum schmelzen die Eiswürfel?
- 22 S: Weil Eiswürfel sind ja sehr kalt - und hier drin [er meint den Raum] - also
23 es ist nicht gerade so warm hier drin -- aber irgendwann schmelzen die
24 dann auch, weil die brauchen viel Kälte, damit sie so bleiben
- 25 I: dass sie wie bleiben?
- 26 S: dass die quasi - zum Eiswürfel bleiben -- also dass die so bleiben, wie sie
27 sie da reingetan haben
- 28 I: -- und hast du eine Idee aus was Eis besteht?
- 29 S: (6sec) hauptsächlich aus Wasser
- 30 I: Hauptsätzlich? -- also noch aus etwas Anderem?
- 31 S: -- dass weiß ich nicht so genau
- 32 I: Okay --- dann gehen wir einmal hier rüber zum Herd (6sec) und zwar --
33 kippe ich jetzt unsere Eiswürfel in den Topf -- und du kannst einmal be-
34 obachten was passiert [die Eiswürfel werden in den Topf geschüttet]
35 (7sec) was kannst du beobachten?

36 S: Die sind ganz schnell geschmolzen -- und jetzt sieht man Blubberblasen
37 und das Wasser.

38 I: Wo siehst du denn die Blubberblasen?

39 S: Auf dem Wasser

40 I: -- und hast du eine Ahnung, aus was die Blubberblasen bestehen?

41 S: Aus Luft

42 I: Okay (7sec) Wir legen jetzt einmal noch den Deckel auf den Topf (6sec)
43 was passiert denn jetzt mit dem Deckel?

44 S: Der -- wird angeschlagen, weil es heiß ist.

45 I: Was bedeutet den angeschlagen?

46 S: dass wenn es heiß ist -- also wenn was Warmes kommt, dass dann quasi
47 -- das Fenster [gemeint ist der Topfdeckel] -- wie schwitzt und dann --
48 wird es angeschlagen

49 I: Angeschlagen?

50 S: Ja, angeschlagen.

51 I: -- und hast du gerade gesehen, was passiert ist, als ich den Deckel hoch-
52 gehoben habe?

53 S: Nein

54 I: Nein? -- sollen wir es nochmal machen? [der Deckel wird erneut auf den
55 Topf gesetzt] (7sec) was entsteht denn jetzt auf dem Deckel?

56 I: - und wenn ich jetzt den Deckel wieder wegnehme -- schau mal was pas-
57 siert.

58 S: Also ein bisschen habe ich Dampf gesehen -- aber nicht viel

59 I: Hmhm -- und aus was besteht der Dampf?

60 S: Dass ist -- wie wenn - wenn was Heißes, wie Feuer, das qualmt ja auch -
61 - und wenn das Wasser warm wird - dann schlägt das ja auch an dem
62 Deckel an -- und dann kommt da quasi - dann die Hitze wieder raus --
63 weil es da drin eingeschlossen war

64 I: Okay -- und jetzt schau dir nochmal die Menge vom Wasser in dem Topf
65 an.

66 S: - die wird nicht mehr

67 I: Sondern?

68 S: -- weniger

69 I: Und hast du eine Idee, warum das Wasser weniger wird? -- wo geht das
70 Wasser denn hin?

71 S: (7sec) in die Blubberblasen vielleicht und die -- tun das irgendwie weg

72 I: Die tun das irgendwie weg? - okay -- wohin denn?

- 73 S: Weiß ich nicht.
- 74 I: Okay -- dann als letztes habe ich noch die Frage -- was alle Versuche
75 denn jetzt gemeinsam hatten? -- kannst du es zusammenfassen?
- 76 S: Also - wir haben erst Eiswürfel gehabt -- und dann haben Sie die Eiswür-
77 fel in den Herd reingemacht -- und dann ist das sofort geschmolzen - und
78 ist zu Wasser gegangen - aber das Wasser ist nicht mehr geworden, son-
79 dern weniger.
- 80 I: Okay - das war es?
- 81 S: Ja
- 82 I: Okay. Das war es auch schon. Ich danke dir vielmals.

B2: Elias redigierte Aussagen

(4-12) Das Wasser brauchen wir, um leben zu können, weil wir es auch trinken müssen. Es gibt verschiedene Arten von Wasser. Es gibt Mineralwasser und Leitungswasser und Salzwasser, was im Meer drin ist. Im Meer leben auch Tiere. {Wir brauchen Wasser im Alltag}, damit wir was trinken und überleben können.

(17-18) Wenn es zu warm für die {Eiswürfel} wird, schmelzen die irgendwann. {In der Schüssel} ist schon ein bisschen Wasser drin.

(22-24) Weil Eiswürfel ja sehr kalt sind und hier in dem Raum ist es zwar gerade auch nicht so warm, aber irgendwann schmelzen die {Eiswürfel} dann, weil die viel Kälte brauchen damit sie so bleiben.

(29) {Eiswürfel} bestehen hauptsächlich aus Wasser.

(36-41) Die {Eiswürfel} sind ganz schnell geschmolzen und jetzt sieht man Blubberblasen und Wasser. {Die Blubberblasen} bestehen aus Luft.

(44-50) Der (Topfdeckel) wird angeschlagen, weil es heiß ist. Wenn es heiß ist, also wenn was Warmes kommt, dann schwitzt der Topfdeckel und schlägt an.

(58-63) Ein bisschen Dampf habe ich gesehen, aber nicht viel. (Dampf ist), wenn was Heißes, wie Feuer, das qualmt ja auch, und wenn das Wasser warm wird, dann schlägt der Deckel an und dann kommt die Hitze wieder raus, weil sie vorher im (Topf) eingeschlossen war.

(66-71) {Das Wasser im Topf} wird weniger. Das Wasser geht in die Blubberblasen.

(76-79) Wir haben erst Eiswürfel gehabt und die haben wir in den (Topf) reingetan und dann sind sie sofort geschmolzen und sind zu Wasser geworden. Im Topf ist das Wasser nicht mehr geworden, sondern weniger.

B3: Elias geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(17-18, 22-24, 29, 36-41) Wenn es zu warm für die {Eiswürfel} wird, schmelzen die irgendwann. {In der Schüssel} ist schon ein bisschen Wasser drin. Eiswürfel sind sehr kalt und brauchen viel Kälte, damit sie so bleiben. {Eiswürfel} bestehen hauptsächlich aus Wasser. Die {Eiswürfel} sind im Topf ganz schnell geschmolzen und jetzt sieht man Blubberblasen und Wasser.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(36-41, 58-63, 66-71) Die {Eiswürfel} sind im Topf ganz schnell geschmolzen und jetzt sieht man Blubberblasen und Wasser. {Die Blubberblasen} bestehen aus Luft. Ein bisschen Dampf habe ich gesehen, aber nicht viel. (Dampf ist), wenn was Heißes, wie Feuer, das qualmt ja auch, und wenn das Wasser warm wird, dann schlägt der Deckel an und dann kommt die Hitze wieder raus, weil sie vorher im (Topf) eingeschlossen war. {Das Wasser im Topf} wird weniger. Das Wasser geht in die Blubberblasen.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(44-50, 58-63) Der (Topfdeckel) wird angeschlagen, weil es heiß ist. Wenn es heiß ist, also wenn was Warmes kommt, dann schwitzt der Topfdeckel und schlägt an. Ein bisschen Dampf habe ich gesehen, aber nicht viel. (Dampf ist), wenn was Heißes, wie Feuer, das qualmt ja auch, und wenn das Wasser warm wird, dann schlägt der Deckel an und dann kommt die Hitze wieder raus, weil sie vorher im (Topf) eingeschlossen war.

Verbindung zwischen den 3 Versuchen:

(76-79) Wir haben erst Eiswürfel gehabt und die haben wir in den (Topf) reingetan und dann sind sie sofort geschmolzen und sind zu Wasser geworden. Im Topf ist das Wasser nicht mehr geworden, sondern weniger.

C1: Ella Transkript

- 1 I: Also - zum Einstieg hatte ich mir erst mal ein paar Fragen überlegt - was
2 du bereits über Wasser weißt -- aus deinem Alltag - für was wir es brau-
3 chen -- einfach ein bisschen, was du zu Wasser weißt.
- 4 S: Also - Wasser brauchen wir zum Leben - also Wasser trinken wir, wir
5 brauchen es zum Duschen.
- 6 I: Hmhm
- 7 S: Und ja
- 8 I: -- jetzt habe ich dir eine große Schüssel mitgebracht und da kannst du
9 einmal reingucken - und mir erzählen, was du denn siehst, was ich dir
10 mitgebracht habe.
- 11 S: Also - da drin sind Eiswürfel -- und - die sind aus gefrorenem Wasser
12 gemacht.
- 13 I: Hmhm - und was passiert mit unseren Eiswürfeln? -- Siehst du, was pas-
14 siert?
- 15 S: Die schmelzen und gehen dann wieder ins Wasser.
- 16 I: Und warum schmelzen die?
- 17 S: Ja, weil es --- wärmer wird oder weil die nicht im Kühlfach sind oder so.
- 18 I: Hmhm - und du hast ja gesagt, die schmelzen und werden wieder zu Was-
19 ser - das heißt, aus was bestehen Eiswürfel?
- 20 S: Aus Wasser halt.
- 21 I: Okay -- dann gehen wir jetzt einmal rüber zum Herd für ein kleines Ex-
22 periment mit unseren Eiswürfeln (7sec) und zwar Achtung - ich mache
23 jetzt den Herd an und wir geben unsere Eiswürfel einmal in den Topf --
24 und du kannst jetzt mal beobachten was passiert -- und erzählst einfach
25 gleich mal dazu was.
- 26 S: Okay
- 27 I: [Eiswürfel werden in den Topf gegeben] (5sec) Okay - was kannst du
28 beobachten?
- 29 S: Also die Eiswürfel fangen an zu schmelzen.
- 30 I: Sind die Eiswürfel denn noch da?
- 31 S: Ja -- aber nur noch ganz klein.
- 32 I: Hmhm -- und was passiert noch? Was kannst du noch sehen?
- 33 S: Und halt - das Wasser ist ganz heiß.
- 34 I: Okay -- und was entsteht im Wasser? -- Schau mal rein.
- 35 S: (6sec) Blasen?

36 I: Blasen, ja -- aus was bestehen denn die Blasen? Hast du da eine Idee?

37 S: Aus -- Wasser?

38 I: Okay

39 S: Und -- Luft?

40 I: Wie kommt die Luft denn da in das Wasser rein?

41 S: Die war da wahrscheinlich schon vorher.

42 I: Und warum sehen wir die Luft erst jetzt?

43 S: Weil die Hitze die Luft da rausdrückt und die Blasen wollen dann nach
44 oben damit sie aus dem Wasser rauskommen können.

45 I: Okay --- was siehst du, was über dem Wasser noch passiert?

46 S: Da kommt Rauch oder halt (6sec)

47 I: Fällt dir nicht ein?

48 S: Nein

49 I: Rauch - okay - und aus was besteht der Rauch?

50 S: -- aus Wasser und Hitze.

51 I: Aus Wasser und Hitze? - okay. Guck mal in den Topf -- wo ist denn unser
52 ganzes Wasser hin?

53 S: Das ist weg.

54 I: Wo ist es hin? -- hast du eine Idee?

55 S: (5sec) es ist in den Rauch rein und der Topf ist jetzt leer, weil das Wasser
56 da drin ausgetrocknet ist – durch die ganze Wärme ist das jetzt alles tro-
57 cken geworden.

58 I: Du sagst, es ist jetzt alles trocken – ist das Wasser denn jetzt ganz weg,
59 also gar nicht mehr da, oder ist es nur woanders?

60 S: Das ist jetzt weg.

61 I: Okay -- jetzt haben wir kein Wasser mehr - ich kippe nochmal etwas Was-
62 ser in den Topf (7sec) [es wird wieder Wasser in den Topf gegeben] Ach-
63 tung - es kann sein, dass es jetzt etwas laut wird (5sec) als letztes setzen
64 wir jetzt nochmal den Deckel auf den Topf -- was passiert den an dem
65 Deckel?

66 S: Also - da kommen heiße Wassertröpfchen drauf.

67 I: Hmhm -- warum ist das passiert? Kannst du mir das erklären?

68 S: Die Hitze steigt mit dem Rauch hoch, aber kommt dann nicht mehr wei-
69 ter, weil der Deckel im Weg ist.

70 I: Und was macht die Hitze dann da oben?

71 S: - die wird unter dem Deckel eingeschlossen und drückt, dass richtig fest
72 gegen den Deckel, weil sie ja eigentlich raus will.

- 73 I: Hat das etwas mit den Tropfen zu tun, die wir am Deckel sehen?
- 74 S: - Ja, weil die Wärme da so eingesperrt ist, wird es am Deckel ganz nass.
75 (4sec) die Hitze kann nicht weg und dann schwitzt der Deckel das Wasser
76 einfach aus.
- 77 I: Okay. Das ist ja spannend. (5sec) Und woher kommt das Wasser am De-
78 ckel für dieses Schwitzen?
- 79 S: Das kommt aus dem Deckel, weil es da so heiß ist.
- 80 I: -- gehört das Wasser am Deckel denn gar nicht zu dem Wasser, das wir
81 unten im Topf hatten?
- 82 S: Nein, das unten ist ja ausgetrocknet und weg - das am Deckel kommt nur,
83 weil die Hitze da eingeschlossen ist und nicht raus kann.
- 84 I: Okay -- dann als Abschluss - kannst du einmal zusammenfassen oder
85 nochmal sagen, was wir hier gerade alles gemacht haben? -- was hatte
86 alles gemeinsam?
- 87 S: Also -- wir haben über Wasser gesprochen und halt über Kälte und Hitze.
- 88 I: Okay - möchtest du sonst noch etwas zum Thema Wasser sagen? Irgend-
89 was, was du noch weißt?
- 90 S: Nein.
- 91 I: Nein? Gut - dann war es das schon.

C2: Ella redigierte Aussagen

(4-5) Wasser brauchen wir zum Leben. Wasser trinken wir und brauchen es zum Duschen.

(11-21) Da drin sind Eiswürfel und die sind aus gefrorenem Wasser gemacht. Die schmelzen und gehen dann wieder ins Wasser. {Die Eiswürfel} schmelzen, weil es wärmer wird und sie nicht im Kühlfach sind. Sie bestehen aus Wasser.

(35-40) {Im Wasser} entstehen Blasen. Sie bestehen aus Wasser und Luft.

(41-45) {Die Luft} war vorher schon im Wasser und wir sehen sie jetzt, weil die Hitze die Luft rausdrückt und die Blasen wollen dann nach oben, damit sie aus dem Wasser rauskommen können.

(47-51) {Über dem Wasser} kommt Rauch. Der Rauch besteht aus Wasser und Hitze.

(54-61) Das {Wasser im Topf} ist weg. Es ist in den Rauch rein und der Topf ist jetzt leer, weil das Wasser da drin ausgetrocknet ist. Durch die ganze Wärme ist das jetzt alles trocken geworden.

(67-73) {Auf den Deckel} kommen heiße Wassertröpfchen drauf. Die Hitze steigt mit dem Rauch hoch, aber kommt dann nicht mehr weiter, weil der Deckel im Weg ist. {Die Hitze} wird unter dem Deckel eingeschlossen und drückt richtig fest gegen den Deckel, weil sie ja eigentlich raus will.

(75-80) Weil die Wärme (im Topf) so eingesperrt ist, wird es am Deckel ganz nass. Die Hitze kann nicht weg und dann schwitzt der Deckel das Wasser einfach aus. {Das Wasser am Deckel} kommt aus dem Deckel, weil es da so heiß ist.

(83) {Das Wasser im Topf} ist ausgetrocknet und weg.

(84) Das kommt am Deckel, weil die Hitze da eingeschlossen ist und nicht raus kann.

(88) Wir haben über Wasser gesprochen und über Kälte und Hitze.

C3: Ella geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(11-21) Da drin sind Eiswürfel und die sind aus gefrorenem Wasser gemacht. Die schmelzen und gehen dann wieder ins Wasser. {Die Eiswürfel} schmelzen, weil es wärmer wird und sie nicht im Kühlfach sind. Sie bestehen aus Wasser.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(35-40, 41-45, 47-51, 54-61, 83) {Im Wasser} entstehen Blasen. Sie bestehen aus Wasser und Luft. {Die Luft} war vorher schon im Wasser und wir sehen sie jetzt, weil die Hitze die Luft rausdrückt und die Blasen dann nach oben damit sie aus dem Wasser rauskommen können. {Über dem Wasser} kommt Rauch. Der Rauch besteht aus Wasser und Hitze. Das {Wasser im Topf} ist weg. Es ist in den Rauch rein und der Topf ist jetzt leer, weil das Wasser da drin ausgetrocknet ist. Durch die ganze Wärme ist das jetzt alles trocken geworden. {Das Wasser im Topf} ist ausgetrocknet und weg.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(67-73, 75-80, 84) {Auf den Deckel} kommen heiße Wassertröpfchen drauf. Die Hitze steigt mit dem Rauch hoch, aber kommt dann nicht mehr weiter, weil der Deckel im Weg ist. {Die Hitze} wird unter dem Deckel eingeschlossen und drückt richtig fest gegen den Deckel, weil sie ja eigentlich raus will. Weil die Wärme (im Topf) so eingesperrt ist, wird es am Deckel ganz nass. Die Hitze kann nicht weg und dann schwitzt der Deckel das Wasser einfach aus. {Das Wasser am Deckel} kommt aus dem Deckel, weil es da so heiß ist. Das am Deckel kommt, weil die Hitze da eingeschlossen ist und nicht raus kann.

Verbindung zwischen den 3 Versuchen:

(88) Wir haben über Wasser gesprochen und über Kälte und Hitze.

D1: Anna Transkript

- 1 I: Also als Einstieg möchte ich gerne erstmal so wissen - was du bereits
2 alles über das Thema Wasser weißt - wo finden wir es in unserem Alltag?
3 Für was brauchen wir das? Was fällt dir ein?
- 4 S: Wasser brauchen wir zum Leben -- damit wir --- was zum Essen und zum
5 Trinken bekommen - und Wasser findet man am Meer, auf dem See oder
6 in einer Flasche.
- 7 I: Hmhm - super - und jetzt habe ich dir hier etwas mitgebracht [holt die
8 Schüssel mit den Eiswürfeln] da kannst du einmal reinschauen - und mir
9 erzählen was da drin ist.
- 10 S: Da sind drei Eiswürfel drin.
- 11 I: Hmhm - und was kannst du beobachten, was mit den Eiswürfeln passiert?
- 12 S: Die Eiswürfel schmelzen und daraus wird Wasser.
- 13 I: Ja, super - und warum passiert das mit den Eiswürfeln? - Warum schmel-
14 zen die?
- 15 S: Mh - weil es warm wird.
- 16 I: Hmhm -- und du hast ja schon gesagt, dass sind Eiswürfel. Aus was
17 glaubst du denn bestehen die?
- 18 S: Aus Schnee.
- 19 I: Schnee? Wie kommst du auf Schnee?
- 20 S: Mh -- weil Schnee ja auch kalt ist und wenn man den ganz doll drückt,
21 wird der so hart wie Eis.
- 22 I: Du meinst, wenn man Schnee presst, wird er fester?
- 23 S: Ja -- und manchmal, wenn der Schnee schmilzt und es dann wieder friert
24 - wird das doch zu Eis.
- 25 I: Also denkst du - Eis besteht aus Schnee, weil du das draußen so beobach-
26 tet hast?
- 27 S: Ja -- erst ist da Schnee und dann wird es glatt und rutschig. Das ist dann
28 das Eis.
- 29 I: Okay - dann gehen wir jetzt einmal hier rüber zum Herd (6sec) halte am
30 Anfang vielleicht erstmal etwas Abstand - und zwar mache ich jetzt die
31 Herdplatte an und gebe unsere Eiswürfel hinein.
- 32 S: Okay.
- 33 I: Und du sollst jetzt einfach gleich beobachten, was passiert.
- 34 S: Okay.
- 35 I: [macht die Herdplatte an und gibt die Eiswürfel in den Topf] (6sec) Was
36 passiert denn mit unseren Eiswürfeln?

37 S: Die schmelzen.
38 I: Weißt du auch warum?
39 S: Weil es zu warm wird.
40 I: Hmm (6sec) und sind unsere Eiswürfel noch da?
41 S: Mh -- ja - aber die sind gleich weg.
42 I: Du sagst, die sind gleich weg. Wo gehen die Eiswürfel denn hin?
43 S: Die werden zu Wasser.
44 I: Okay. Was kannst du noch beobachten?
45 S: Da kommen so Blasen.
46 I: Aus was könnten die Blasen denn bestehen?
47 S: Mh - ich glaube aus Luft.
48 I: Wieso glaubst du das?
49 S: Weil das im Wasser so hochblubbert.
50 I: Okay (6sec) was siehst du über dem Wasser?
51 S: --- Mh - Dampf.
52 I: Okay - und aus was besteht der Dampf? Hast du da eine Idee?
53 S: --- aus heißer Luft.
54 I: Kannst du mir das genauer erklären?
55 S: Ja - das Wasser ist beim Kochen weggegangen und hat sich in diese heiße
56 Luft verwandelt.
57 I: Okay (7sec) jetzt gebe ich einmal den Deckel auf den Topf - beobachte
58 bitte einmal, was auf dem Deckel passiert.
59 S: Mh - da drauf kommt die heiße Luft und --- deswegen wird der Deckel
60 nass.
61 I: Der Deckel wird nass - und was entsteht denn auf dem Deckel?
62 S: (5sec) so Wasserpunkte.
63 I: Wasserpunkte?
64 S: Ja - so kleine Tropfen.
65 I: Und wo kommen die her, was meinst du?
66 S: Die fallen irgendwie von der heißen Luft wieder runter.
67 I: Kannst du mir erklären, wie das passiert?
68 S: Wenn die heiße Luft den Deckel berührt, wird das zu Tropfen.
69 I: Also denkst du - die Luft verwandelt sich wieder zu Wasser?

- 70 S: Ja - also - die Luft ist hochgestiegen und jetzt bleibt die da drinnen [im
71 Topf]
- 72 I: Okay.
- 73 S: Und (6sec) mehr weiß ich nicht.
- 74 I: Okay, ist nicht schlimm. (6sec) dann schau noch einmal in den Topf rein
75 -- wo ist denn unser ganzes Wasser hin?
- 76 S: Mh
- 77 I: Hast du eine Idee?
- 78 S: (7sec) das Wasser ist in die heiße Luft gegangen.
- 79 I: Okay, interessant -- das war es auch schon mit unserem Interview.
- 80 S: Okay.
- 81 I: Ich danke dir.
- 82 S: Darf ich gehen?
- 83 I: Ja, du darfst gehen.

D2: Anna redigierte Aussagen

(4-6) Wasser brauchen wir zum Leben und damit wir was zum Essen und zum Trinken bekommen. Wasser findet man am Meer, auf dem See oder in einer Flasche.

(12-15) Die Eiswürfel schmelzen und werden zu Wasser, weil es warm wird.

(16-24) {Eiswürfel} bestehen aus Schnee, weil Schnee ja auch kalt ist, und wenn man den ganz doll drückt, wird der so hart wie Eis. Manchmal, wenn der Schnee schmilzt und es dann friert, wird das zu Eis.

(37-43) Die Eiswürfel schmelzen, weil es zu warm wird, und werden zu Wasser.

(45-49) Da kommen so Blasen. Die Blasen bestehen aus Luft, weil das im Wasser so hochblubbert.

(51-56) {Über dem Wasser} ist Dampf. Er besteht aus heißer Luft. Das Wasser ist beim Kochen weggegangen und hat sich in diese heiße Luft verwandelt.

(59-71) {Auf den Deckel} kommt die heiße Luft und deswegen wird der Deckel nass. Es entstehen kleine Tropfen. Die fallen von der heißen Luft wieder runter. Wenn die heiße Luft den Deckel berührt, entstehen die Tropfen.

(78) Das Wasser ist in die heiße Luft gegangen.

D3: Anna geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(12-15, 16-24, 37-43) Die Eiswürfel schmelzen und werden zu Wasser, weil es warm wird. {Eiswürfel} bestehen aus Schnee, weil Schnee ja auch kalt ist, und wenn man den ganz doll drückt, wird der so hart wie Eis. Manchmal, wenn der Schnee schmilzt und es dann friert, wird das zu Eis.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(45-49, 51-56, 78) Da kommen so Blasen. Die Blasen bestehen aus Luft, weil das im Wasser so hochblubbert. {Über dem Wasser} ist Dampf. Er besteht aus heißer Luft. Das Wasser ist beim Kochen weggegangen und hat sich in diese heiße Luft verwandelt.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(59-71) {Auf den Deckel} kommt die heiße Luft und deswegen wird der Deckel nass. Es entstehen kleine Tropfen. Die fallen von der heißen Luft wieder runter. Wenn die heiße Luft den Deckel berührt, entstehen die Tropfen.

E1: Marc Transkript

- 1 I: Dann zu Beginn möchte ich erstmal als Einstieg von dir wissen, was
2 weißt du denn bereits schon alles über das Thema Wasser? - Was fällt dir
3 da spontan zu ein?
- 4 S: Dass viele Tiere im Wasser leben.
- 5 I: Hmhm - sonst noch was?
- 6 S: Dass das Wasser immer mehr verschmutzt wird.
- 7 I: Oh, ja - dass ist richtig -- und jetzt habe ich dir, in dem Behälter, etwas
8 mitgebracht.
- 9 S: Ja, gefrorenes Wasser.
- 10 I: Was siehst du?
- 11 S: Eis, gefrorenes Wasser.
- 12 I: Und was passiert mit den Eiswürfeln, wenn sie hier jetzt noch eine Weile
13 stehen?
- 14 S: Dann schmelzen die zu Wasser.
- 15 I: Okay. Und warum passiert, dass?
- 16 S: Weil - weil es immer wärmer wird und dann - und dann treiben die wieder
17 auseinander - die zusammengetriebenen Eisstücke bilden dann Eis - und
18 dann - treiben die wieder auseinander von der Hitze und dann wird es
19 wieder Wasser.
- 20 I: Okay, super. Du hast gesagt, dann treiben die wieder auseinander -- Was
21 treibt denn wieder auseinander?
- 22 S: Die -- also so kleine Teile vom Eis.
- 23 I: Meinst du Teilchen?
- 24 S: Ja.
- 25 I: Und was passiert mit den Teilchen, wenn es wärmer wird?
- 26 S: Dann treiben die auseinander.
- 27 I: Und übertragen auf unsere Eiswürfel bedeutet, dass dann?
- 28 S: - die Eiswürfel - werden dann zu Wasser.
- 29 I: Okay - aus was bestehen Eiswürfel denn?
- 30 S: Aus gefrorenem Wasser.
- 31 I: Okay - dann gehen wir jetzt einmal hier rüber zum Herd (8sec) was ver-
32 mutest du denn, was passiert, wenn ich die Eiswürfel in den Topf gebe?
- 33 S: Dann - dann - schmelzen die Eiswürfel zu Wasser.

34 I: Okay - wollen wir es einmal ausprobieren?

35 S: Und dann steigt Wasserdampf auf.

36 I: Oh - so weit sind wir noch gar nicht -- jetzt geben wir erstmal die Eis-
37 würfel in den Topf (5sec) was kannst du beobachten?

38 S: Man sieht nur noch kleine Stücke und irgendwann sind sie gar nicht mehr
39 da.

40 I: Und was bleibt dann übrig?

41 S: Wasser.

42 I: Hmhm - gleich sind die Eiswürfel weg, richtig?

43 S: Hmhm.

44 I: Kannst du noch etwas anderes beobachten?

45 S: Dass -- das Wasser flach ist - und - es entsteht eine Strömung.

46 I: Eine Strömung? Kannst du mir das genauer erklären?

47 S: Die treiben von hier [er meint die eine Seite vom Topf] nach da [zur an-
48 deren Seite].

49 I: Meinst du mit die wieder die Teilchen?

50 S: Ja.

51 I: Okay (5sec) was passiert denn jetzt?

52 S: Das Wasser -- es wird zu heiß und das Wasser steigt zu Wasserdampf auf
53 - und es entstehen Wolken und dann regnet es wieder runter.

54 I: Du hast gerade Wasserdampf erwähnt -- kannst du mir genauer erklären,
55 was Wasserdampf ist?

56 S: Wasserdampf ist - ist - Wasser was von der Sonne erhitzt wird und das ist
57 dann so ganz feiner Nebel - der denn aufsteigt und dann bilden sich Wol-
58 ken und wenn die zu schwer werden - dann regnet es wieder runter - und
59 dann steigt es wieder auf.

60 I: Okay - und was entsteht auf dem Boden des Topfes? Was entsteht da?

61 S: Da entstehen Luftblasen - und dann - wird der Topf immer leerer - weil
62 dann noch die Luft mit rausgezogen wird.

63 I: Okay - du weißt ja schon sehr viel -- du hast ja jetzt schon gesagt, dass
64 der Topf jetzt immer leerer wird -- wie viel Wasser ist denn jetzt noch da?

65 S: Weniger als vorher.

66 I: Und wo ist das Wasser hin?

67 S: In der Luft verdampft.

68 I: Wie genau passiert das?

69 S: Die Teilchen im Wasser werden ja erst immer größer -- aber irgendwann
70 lösen die sich dann einfach auf - damit man sie nicht sieht

- 71 I: Sie lösen sich auf?
- 72 S: Ja - bevor sie nämlich so groß werden können, dass man sie wieder sieht
73 -- und deshalb lösen sie sich auf.
- 74 I: Okay - und wenn wir jetzt noch den Deckel auf den Topf geben?
- 75 S: Dann bleibt das hier oben hängen [er zeigt auf den Deckel] und dann -
76 wenn wir den Herd ausschalten - dann sind hier wieder Tropfen dran.
- 77 I: Woher kommen denn die Tropfen?
- 78 S: Weil es dann wieder abkühlt, und dann sind sie nicht mehr Wasserdampf.
- 79 I: Okay - und jetzt als Abschluss - habe ich noch eine Frage - Was hat das
80 denn jetzt alles so gemeinsam gehabt?
- 81 S: Kreislauf des Wassers.
- 82 I: Der Kreislauf des Wassers? Okay - und möchtest du mir sonst noch etwas
83 erzählen? (6sec) oder hast du mir alles erzählt?
- 84 S: Ja.
- 85 I: Okay, super. Ich danke dir.

E2: Marc redigierte Aussagen

(4-6) Viele Tiere leben im Wasser und das Wasser wird immer mehr verschmutzt.

(9-14) {In dem Behälter} ist Eis, gefrorenes Wasser. Das Eis schmilzt dann zu Wasser.

(16-19) Weil es immer wärmer wird, und dann treiben die (Teilchen) auseinander von der Hitze und dann werden (die Eiswürfel) wieder zu Wasser.

(22-28) {Wenn es wärmer wird} dann treiben die (Teilchen) auseinander und die Eiswürfel werden zu Wasser.

(45-50) Das Wasser ist flach und es entsteht eine Strömung. Die (Teilchen) treiben von hier nach da.

(52-53) Das Wasser wird zu heiß und steigt zu Wasserdampf auf und es entstehen Wolken und dann regnet es wieder runter.

(56-59) Wasserdampf ist Wasser, das von der Sonne erhitzt wird, und das ist dann so ganz feiner Nebel, der dann aufsteigt und dann bilden sich Wolken und wenn die zu schwer werden, dann regnet es wieder runter und dann steigt es wieder auf.

(61-62) Es entstehen Luftblasen und dann wird der Topf immer leerer, weil dann noch die Luft rausgezogen wird.

(66-73) {Das Wasser} ist in der Luft verdampft, weil die Teilchen im Wasser immer größer werden, aber irgendwann lösen die sich dann einfach auf, damit man sie nicht sieht.

(75-78) Dann sind hier wieder Tropfen dran, weil es dann wieder abkühlt, und dann sind sie nicht mehr Wasserdampf.

(79-81) {Alle Versuche haben gemeinsam}, dass es der Kreislauf des Wassers ist.

E3: Marc geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(9-14, 16-19, 22-28, 45-50) {In dem Behälter} ist Eis, gefrorenes Wasser. Das Eis schmilzt dann zu Wasser, weil es immer wärmer wird, und dann treiben die (Teilchen) auseinander von der Hitze und dann werden (die Eiswürfel) wieder zu Wasser. {Wenn es wärmer wird} dann treiben die (Teilchen) auseinander und die Eiswürfel werden zu Wasser. Das flüssige Wasser ist flach und es entsteht eine Strömung. Die (Teilchen) treiben von hier nach da.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(52-53, 56-59, 61-62, 66-73) Das Wasser wird zu heiß und steigt zu Wasserdampf auf und es entstehen Wolken und dann regnet es wieder runter. Wasserdampf ist Wasser, das von der Sonne erhitzt wird, und das ist dann so ganz feiner Nebel, der dann aufsteigt, und dann bilden sich Wolken und wenn die zu schwer werden, dann regnet es wieder runter und dann steigt es wieder auf. Es entstehen Luftblasen und dann wird der Topf immer leerer, weil dann noch die Luft rausgezogen wird. {Das Wasser} ist in der Luft verdampft, weil die Teilchen im Wasser immer größer werden, aber irgendwann lösen die sich dann einfach auf, damit man sie nicht sieht.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(75-78) Dann sind hier wieder Tropfen dran, weil es dann wieder abkühlt, und dann sind sie nicht mehr Wasserdampf.

Verbindung zwischen den 3 Versuchen:

(79-81) {Alle Versuche haben gemeinsam}, dass es der Kreislauf des Wassers ist.

F1: Lena Transkript

- 1 I: Also - es geht ja heute um das Thema Wasser und deshalb möchte ich als
2 erstes von dir wissen, was du bereits alles über das Thema Wasser weißt
3 -- was fällt dir spontan dazu ein?
- 4 S: Mh --- also Wasser brauchen wir -- für --- damit wir -- wir können ohne
5 Wasser halt nicht leben.
- 6 I: Hmhm.
- 7 S: Und (6sec) weil sonst müssen wir halt sterben, weil wir können einen Tag
8 ohne Wasser nicht überleben.
- 9 I: Hmhm.
- 10 S: Und (6sec)
- 11 I: Für was brauchen wir Wasser in unserem Alltag? Hast du da noch eine
12 Idee? -- Außer trinken?
- 13 S: -- ich weiß nicht.
- 14 I: Ist nicht schlimm. Dann fangen wir mal an -- ich habe dir hier eine Schüs-
15 sel mitgebracht. Schau einmal rein - was kannst du sehen?
- 16 S: Eiswürfel.
- 17 I: Eiswürfel. Und was kannst du beobachten? Was passiert denn mit den
18 Eiswürfeln?
- 19 S: - die schmelzen.
- 20 I: Richtig. Kannst du mir erklären, warum die Eiswürfel schmelzen?
- 21 S: Weil es hier in dem Raum warm ist - und dann fangen die an zu schmel-
22 zen.
- 23 I: Kannst du es genauer erklären?
- 24 S: Weil die Eiswürfel aus Wasser bestehen, weil die gefrieren - also die wur-
25 den von der Eistruhe oder so gefroren.
- 26 I: Also ist es den Eiswürfeln hier zu warm?
- 27 S: Ja.
- 28 I: Okay - und aus was bestehen dann die Eiswürfel?
- 29 S: Aus Wasser.
- 30 I: Aus Wasser - okay - dann gehen wir einmal rüber zum Herd (6sec) Pass
31 auf, der Herd ist schon an - ich gebe jetzt die Eiswürfel in den Topf. Was
32 glaubst du, was passieren wird?
- 33 S: Mh - die werden schmelzen.
- 34 I: Wollen wir es einmal ausprobieren?

35 S: Ja.

36 I: Pass auf, es kann sein, dass es kurz ein bisschen laut wird (7sec) [Eiswürfel werden in den Topf gegeben] dann komm mal her und schau mal, was
37 passiert.
38

39 S: Die Eiswürfel schmelzen ja.

40 I: Ja, richtig - die Eiswürfel schmelzen. Und warum?

41 S: Die Eiswürfel sind geschmolzen, weil es denen zu warm war.

42 I: Wem war es zu warm? Den Eiswürfeln?

43 S: Ja, also den kleinen Teilchen im Eiswürfel - die Eiswürfel bestehen ja aus
44 ganz vielen kleinen Teilchen.

45 I: Interessant. Und was passiert mit diesen Teilchen, wenn die Herdplatte
46 heiß wird?

47 S: Ja, also -- erst halten die sich im Eis ganz fest an den Händen, aber wenn
48 die Wärme kommt, dann -- wird denen so warm, dass sie anfangen zu
49 zappeln und dann wollen die voneinander weg.

50 I: Und wenn sie voneinander weg wollen, was passiert dann mit den Eis-
51 würfeln?

52 S: Dann lassen sie sich los.

53 I: Okay. Das ist ja ein tolles Bild mit den Teilchen, die sich an den Händen
54 halten. Woher hast du das denn?

55 S: Ich habe daheim so ein Video dazu gesehen.

56 I: Okay, cool (6sec) und wenn wir jetzt in unseren Topf schauen. Was ist
57 denn im Wasser beziehungsweise auf der Wasseroberfläche entstanden?

58 S: Blubberblasen.

59 I: Blubberblasen, genau. Kannst du mir erklären aus was die Blasen beste-
60 hen? - Hast du da eine Idee?

61 S: -- aus Luft.

62 I: Aus Luft? Kannst du mir das genauer erklären?

63 S: Also -- die - das Wasser geht - also -- ich kann es jetzt nicht genauer
64 erklären.

65 I: Ist nicht schlimm -- dann geben wir jetzt einmal den Deckel auf den Topf
66 drauf und schauen was dann passiert, okay?

67 S: Okay.

68 I: (6sec) [Deckel wird auf den Topf gegeben] Was kannst du beobachten,
69 was hier auf dem Deckel passiert?

70 S: Der läuft an.

71 I: Der läuft an. Und warum passiert das?

72 S: Weil warm auf kalt kommt.

73 I: Das musst du mir einmal genauer erklären. Wie meinst du das?

74 S: Weil der Herd ja warm ist und die Eiswürfel sind kalt aus der Gefriertruhe
75 und dann wenn das aufeinander kommt -- dann -- und dann der Deckel
76 draufkommt - dann läuft der Deckel gleich an.

77 I: Okay - Was bedeutet denn für dich, dass der Deckel anläuft?

78 S: Also dann -- kommt so Rauch halt.

79 I: Rauch, ja.

80 S: Der kommt an den Deckel und dann ist da so Wasser -- also das Wasser
81 geht nach oben und dann kommt das Wasser auf den Deckel drauf.

82 I: Du sagst, das Wasser geht nach oben. Warum denkst du denn, dass das
83 Wasser nach oben geht?

84 S: Weil -- das wird warm und dann steigt das hoch.

85 I: Ah, es steigt hoch - was genau steigt hoch?

86 S: Mh -- Dampf steigt auf und dann wird das wieder Wasser am Deckel.

87 I: Okay - jetzt hast du Dampf erwähnt - was bedeutet denn verdampfen?

88 S: Also - das ist so --- Dampf, also da kommt so Rauch hoch.

89 I: Okay (6sec) jetzt schau noch einmal in den Topf -- was fällt dir auf?

90 S: Da ist weniger drinnen - weniger Wasser.

91 I: Kannst du mir auch sagen, warum?

92 S: Weil es ausgetrocknet ist.

93 I: Und wo ist dann das ganze Wasser hin?

94 S: Ja -- das ist ja jetzt auf dem Deckel.

95 I: Okay. Hast du eine Idee warum das Wasser sowas macht?

96 S: Mh - um sich zu schützen.

97 I: Vor was schützt es sich denn?

98 S: Vor der Hitze -- weil es ja unten so heiß wird und dann geht es lieber nach
99 oben.

100 I: Okay, interessant -- möchtest du mir sonst noch etwas zum Thema Was-
101 ser erzählen?

102 S: Mh - nein.

103 I: Okay, dann danke ich dir. Tschüss.

104 S: Tschüss.

F2: Lena redigierte Aussagen

(4-8) Wir können ohne Wasser nicht überleben.

(19-22) Die (Eiswürfel) schmelzen, weil es hier in dem Raum warm ist, und dann fangen die an zu schmelzen.

(29) {Die Eiswürfel} bestehen aus Wasser.

(43-44) Die Eiswürfel bestehen ja aus ganz vielen kleinen Teilchen.

(47-52) Erst halten die (Teilchen) sich im Eis ganz fest an den Händen, aber wenn die Wärme kommt, dann wird denen warm und dann fangen sie an zu zappeln und wollen voneinander weg und lassen sich los.

(58-61) Die Blubberblasen bestehen aus Luft.

(70-72) Der (Deckel) läuft an, weil warm auf kalt kommt.

(74-76) Der Herd ist warm und die Eiswürfel sind kalt und dann, wenn das aufeinanderkommt, dann läuft der Deckel an.

(78-86) Dann kommt Rauch an den Deckel. Das Wasser geht nach oben und dann kommt Wasser an den Deckel drauf, weil das (Wasser) warm wird und hochsteigt. Der Dampf steigt auf und dann wird das wieder Wasser am Deckel.

(90-92) {Im Topf} ist weniger Wasser, weil es ausgetrocknet ist.

(94-99) Das Wasser ist jetzt auf dem Deckel, weil es sich vor der Hitze geschützt hat. Unten wird es heiß und deshalb geht es lieber nach oben.

F3: Lena geordnete Aussagen

Übergang von fest nach flüssig:

(19-22, 29, 43-44, 47-52) Die (Eiswürfel) schmelzen, weil es hier in dem Raum warm ist, und dann fangen die an zu schmelzen. {Die Eiswürfel} bestehen aus Wasser und aus ganz vielen kleinen Teilchen. Erst halten die (Teilchen) sich im Eis ganz fest an den Händen, aber wenn die Wärme kommt, dann wird denen warm und dann fangen sie an zu zappeln und wollen voneinander weg und lassen sich los.

Übergang von flüssig nach gasförmig:

(58-61, 78-86, 90-92) Die Blubberblasen bestehen aus Luft. Das Wasser geht nach oben und dann kommt Wasser an den Deckel drauf, weil das (Wasser) warm wird und hochsteigt. {Im Topf} ist weniger Wasser, weil es ausgetrocknet ist.

Übergang von gasförmig nach flüssig:

(70-72, 74-76, 78-86, 94-99) Der (Deckel) läuft an, weil warm auf kalt kommt. Der Herd ist warm und die Eiswürfel sind kalt und dann, wenn das aufeinanderkommt, dann läuft der Deckel an. Dann kommt Rauch an den Deckel. Das

Wasser geht nach oben und dann kommt Wasser an den Deckel drauf, weil das (Wasser) warm wird und hochsteigt. Der Dampf steigt auf und dann wird das wieder Wasser am Deckel. Das Wasser ist jetzt auf dem Deckel, weil es sich vor der Hitze geschützt hat. Unten wird es heiß und deshalb geht es lieber nach oben.

G1: Emma Transkript

- 1 I: Okay - zum Einstieg möchte ich dich erstmal fragen, was du denn schon
2 alles über das Thema Wasser weißt? Was fällt dir da spontan zu ein?
- 3 S: Also, dass Wasser aus dem Meer kommt - aus dem Wasserhahn und noch
4 so -- weil wo Wasser rauskommt, da ist dann so Strom und so.
- 5 I: Strom? Was meinst du damit?
- 6 S: -- ja im Meer gibt es ja eine Strömung - und dann bewegt sich das Wasser.
- 7 I: Ah, ich verstehe - und für was brauchen wir Wasser?
- 8 S: Das wir gesund bleiben.
- 9 I: Okay, super. Dann schau mal - ich habe dir hier etwas mitgebracht
10 [Schüssel mit Eiswürfeln wird auf den Tisch gestellt] (6sec) Schau mal
11 rein und sag mir einmal, was die siehst.
- 12 S: Eiswürfel.
- 13 I: Genau, Eiswürfel -- und was glaubst du, was passiert denn mit den Eis-
14 würfeln, wenn die hier jetzt stehen?
- 15 S: Die schmelzen und werden dann zu Wasser.
- 16 I: Kannst du mir auch erklären warum?
- 17 S: Weil es hier warm ist und die sind richtig kalt und dann fließt das Wasser
18 von denen so raus und dann ist das Eis - dann schmilzt das so.
- 19 I: Okay. Und aus was bestehen die Eiswürfel?
- 20 S: Aus Wasser.
- 21 I: Aus Wasser, super (6sec) dann gehen wir jetzt einmal rüber zum Herd
22 (6sec) Pass auf, es kann sein, dass es jetzt gleich ein bisschen laut wird
23 und am Anfang etwas zischt - erschreck dich also nicht. Und zwar möchte
24 ich jetzt die Eiswürfel in den Topf geben -- was vermutest du denn was
25 dann passiert?
- 26 S: Dass die ganz schnell zu Wasser werden.
- 27 I: Hmhm - wollen wir es einmal ausprobieren?
- 28 S: Ja.
- 29 I: [Eiswürfel werden in den Topf gegeben und der Herd wird angeschaltet]
30 (6sec) Was kannst du denn beobachten? Was ist passiert?
- 31 S: Die sind klein geworden.
- 32 I: Die Eiswürfel?
- 33 S: Ja, die schmelzen.
- 34 I: Okay - und siehst du sonst noch was im Wasser?

35 S: -- Seifenblasen [lacht]
36 I: Seifenblasen?
37 S: [lacht] ja also so Blubberblasen.
38 I: Blubberblasen, okay. Und hast du eine Idee, aus was die Blubberblasen
39 bestehen?
40 S: (7sec) Nein.
41 I: Okay, ist nicht schlimm -- und was kannst du jetzt beobachten? Schau
42 mal in den Topf.
43 S: Gar nichts.
44 I: Ja, gar nichts. Wo ist denn unser Wasser hin? Hast du eine Idee, wo es
45 hin ist?
46 S: Vielleicht hat es sich in Luft verwandelt.
47 I: Wie meinst du das?
48 S: -- es wird unsichtbar -- so wie Luft - man sieht es nicht mehr.
49 I: Okay, interessant. Jetzt gebe ich nochmal etwas Wasser in den Topf [Was-
50 ser wird wieder in den Topf gegeben] (10sec) Was passiert denn hier über
51 dem Wasser?
52 S: So Rauch.
53 I: Und woraus besteht dieser Rauch deiner Meinung nach?
54 S: -- aus so kleinen Tropfen.
55 I: Aha - und woher kommen diese kleinen Tropfen?
56 S: Die steigen vom Wasser hoch.
57 I: Okay - dann geben wir jetzt einmal den Deckel auf den Topf und jetzt
58 beobachte einmal, was mit dem Deckel passiert.
59 S: - der hält den Rauch so drinnen und jetzt geht nichts mehr raus.
60 I: Und was entsteht dadurch auf dem Deckel?
61 S: -- Wassertropfen.
62 I: Und kannst du mir erklären, warum da jetzt Wassertropfen entstehen?
63 S: Weil jetzt -- das Wasser so hoch geht, oder?
64 I: Du musst mich nicht fragen [lacht] du sagst mir einfach, was du denkst.
65 Wo kommen die Wassertropfen her?
66 S: Weil das Wasser jetzt so hochkommt.
67 I: Wie kommt aber das Wasser hoch?
68 S: Also weil das jetzt so an den Rändern so -- nach oben fließt und dann ist
69 das hier [zeigt auf den Deckel] so oben.
70 I: Okay -- und warum macht das Wasser das?

- 71 S: Weiß ich nicht.
- 72 I: Okay (6sec) Was hatten denn jetzt alle Versuche so gemeinsam?
- 73 S: (6sec) alles mit Wasser.
- 74 I: Hmhm - und fällt dir sonst noch etwas dazu ein?
- 75 S: Nein.
- 76 I: Nein? Okay.

G2: Emma redigierte Aussagen

(15) Die {Eiswürfel} schmelzen und werden dann zu Wasser.

(17-18) Weil es hier warm ist und die (Eiswürfel) richtig kalt sind und dann fließt das Wasser von denen so raus und schmilzt.

(46-48) Das Wasser hat sich in Luft verwandelt. Es wird unsichtbar und man sieht es nicht mehr.

(52-56) {Über dem Wasser} entsteht Rauch, der aus kleinen Tropfen besteht. {Die Tropfen} steigen vom Wasser hoch.

(59-61) {Der Deckel} hält den Rauch im Topf und es geht nichts mehr raus. Es entstehen Wassertropfen am Deckel.

(68-69) Also, weil das (Wasser) jetzt so an den Rändern nach oben fließt und dann ist das hier auf dem Deckel.

(73) Alles mit Wasser.

G3: Emma geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(15, 17-18) Die {Eiswürfel} schmelzen und werden dann zu Wasser, weil es hier warm ist, und die (Eiswürfel) sind richtig kalt und dann fließt das Wasser von denen so raus und schmilzt.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(46-48) Das Wasser hat sich in Luft verwandelt. Es wird unsichtbar und man sieht es nicht mehr.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(52-56, 59-61, 68-69) {Über dem Wasser} entsteht Rauch, der aus kleinen Tropfen besteht. {Die Tropfen} steigen vom Wasser hoch. {Der Deckel} hält den Rauch im Topf und es geht nichts mehr raus. Es entstehen Wassertropfen am Deckel, weil das Wasser an den Rändern nach oben fließt.

Verbindung zwischen den drei Versuchen:

(73) Alles mit Wasser.

H1: Valentina Transkript

- 1 I: Also, als Erstes, als Einstieg möchte ich von dir wissen, weil es ja um das
2 Thema Wasser geht -- was du schon bereits alles über Wasser weißt - für
3 was brauchen wir es, für was ist es nützlich. Einfach alles, was dir ein-
4 fällt.
- 5 S: Also, alles was mir einfällt ist eigentlich, dass wir davon leben, weil wir
6 ja das auch trinken und dass die ganzen Pflanzen davon leben -- und auch,
7 dass wir ohne Wasser auch nicht viel kochen können, weil wir brauchen
8 ja auch Wasser zum Kochen --- dass es auch den Wasserkreislauf gibt,
9 wo wir auch schon viel drüber gelernt haben im letzten Schuljahr.
- 10 I: Habt ihr das im Sachunterricht behandelt?
- 11 S: Ja -- und mir fällt noch ein dazu, dass die Tiere ja auch alle Wasser brau-
12 chen.
- 13 I: Hmhm.
- 14 S: Also -- weil wir sonst alle nicht überleben können, ohne Wasser.
- 15 I: Okay, super. Dann habe ich dir hier etwas mitgebracht [eine Schüssel mit
16 Eiswürfeln wird auf dem Tisch platziert] --- Was siehst du denn?
- 17 S: Eis.
- 18 I: Genau. Und was kannst du denn beobachten? Was wird denn mit dem Eis
19 passieren?
- 20 S: Mh - wenn ich das jetzt -- Mhh, wie soll ich -- wenn ich jetzt Wasser ins
21 Gefrierfach lege, würde ich sagen, ab --- 0 Grad -- minus 0 Grad gefriert
22 es ja dann.
- 23 I: Hmhm.
- 24 S: Und wir haben auch in der Schule so Experimente gemacht damit letztes
25 Jahr -- wo wir dann mal geschaut haben -- und wir haben dann, weil wir
26 haben uns so ein Video angeschaut und da haben wir gesehen, wie das
27 Eis so aufgebaut ist und dann haben wir dazu ein Experiment gemacht.
- 28 I: Hmhm.
- 29 S: Wir haben uns dann alle an die Hände genommen und dann war -- und
30 dann haben wir uns wie so Eis gefühlt, weil wir uns dann alle so richtig
31 festhalten mussten wie Eis.
- 32 I: Und das Festhalten, für was stand das denn? Hast du da eine Idee?
- 33 S: Das weiß ich nicht so genau, aber man sieht ja auch hier irgendwie, das
34 sind ja -- im Wasser sind ja so Wasserkörperchen Teilchen drin - und das
35 sind dann diese Teilchen, die sich bewegen und die haben wie dann so -
36 dazu haben wir dann so ein Experiment gemacht.
- 37 I: Du hast gerade das Wort „Teilchen“ erwähnt.

38 S: Ja.

39 I: Kannst du mir noch genauer etwas dazu erzählen?

40 S: Ich weiß nicht mehr ganz genau wie die heißen.

41 I: Nicht mal unbedingt wie die heißen, sondern vielleicht wie das funktioniert mit diesen Teilchen. Weißt du das noch?

42

43 S: Die halten sich so wie - gegeneinander fest, dass das dann so ein Aufbau wird.

44

45 I: Und wann halten die sich fest?

46 S: Ab eigentlich - ab 0 Grad - wenn es gefriert, dann.

47 I: Okay, interessant.

48 S: Haben wir so gelernt.

49 I: Ich hatte dich eigentlich zu Beginn gefragt, was du glaubst, was mit den Eiswürfeln passiert, wenn die jetzt länger hier stehen bleiben.

50

51 S: Ja, die würden schmelzen.

52 I: Und warum?

53 S: Weil es hier drinnen zu warm ist. Die haben nicht genug Kälte.

54 I: Okay - dann gehen wir einmal zum Herd rüber (6sec) Es kann sein, dass du dich gleich ein bisschen erschreckst, weil die Herdplatte schon an ist

55 --- und zwar im zweiten Teil möchte ich jetzt die Eiswürfel in den Topf geben. Was glaubst du denn, was passiert?

56

57

58 S: Die werden wahrscheinlich -- eigentlich höchstwahrscheinlich, dann schmelzen.

59

60 I: Okay, dann schauen wir einmal [Eiswürfel werden in den Topf gegeben] (6sec) Was kannst du beobachten? Was passiert?

61

62 S: Das Wasser fängt an zu kochen - so haben wir das immer genannt im Sachunterricht.

63

64 I: Aha, interessant. Du sagst also, das Wasser beginnt zu kochen. Kannst du mir genauer beschreiben, was du damit meinst?

65

66 S: Ja -- also da kommen dann so Bläschen und das Wasser bewegt sich.

67 I: Okay -- was entsteht nämlich gerade am Topfboden?

68 S: So kleine Wasserbläschen.

69 I: Und weißt du auch warum? (6sec) Hast du eine Idee?

70 S: Eine Idee habe ich jetzt nicht, aber es fängt ja an zu kochen und dann -- man, wenn mir das jetzt einfallen würde.

71

72 I: Ist nicht schlimm. Aus was glaubst du denn bestehen die Blasen?

73 S: Eigentlich denke ich aus Wasser, weil --- dann Wasser halt kocht.

74 I: Okay -- wo ist denn jetzt unser Wasser hin? Schau mal in den Topf rein.

- 75 S: Weg.
- 76 I: Weißt du auch, wohin es ist?
- 77 S: Ja, das ist Wasserdampf.
- 78 I: Okay -- ich gebe jetzt nochmal ein bisschen Wasser in den Topf (8sec)
79 Was passiert denn jetzt, wenn wir den Deckel auf den Topf geben?
- 80 S: Dann äh -- weil Hitze steigt ja, wenn wir das jetzt kochen würden, Hitze
81 steigt ja nach oben -- und dann, da die jetzt nicht weggehen kann, die
82 Hitze oder der Wasserdampf kann der jetzt nicht wegsteigen - wenn der
83 Deckel drauf ist, dann bleibt der hier oben [zeigt auf den Deckel] und
84 dann sammelt der sich da oben und dann, wenn der -- wenn es dann jetzt
85 abnimmt - und es kalt wird, werden da so ganz kleine Wassertropfen -
86 und das passiert jetzt auch - jetzt kommen immer mehr.
- 87 I: Okay, super -- das war es eigentlich auch schon. Dann habe ich als Ab-
88 schluss noch die Frage, was hatte denn jetzt alles so gemeinsam? Hast du
89 eine Idee, was wir gemacht haben?
- 90 S: Wir haben uns eigentlich mit Wasser beschäftigt, wo wir äh -- wie das
91 halt funktioniert, wie der Wasserkreislauf funktioniert, wie das alles auf-
92 gebaut ist.
- 93 I: Okay, möchtest du mir sonst noch etwas zum Thema Wasser sagen?
- 94 S: Nein.
- 95 I: Nein? Okay.

H2: Valentina redigierte Aussagen

(5-9) Wir leben (von Wasser), weil wir es trinken und die ganzen Pflanzen davon leben. Ohne Wasser können wir auch nicht viel kochen. Es gibt den Wasserkreislauf, wo wir auch schon viel drüber gelernt haben im letzten Schuljahr.

(20-22) Wenn ich Wasser ins Gefrierfach lege, gefriert es ab 0 Grad.

(29-31) Wir haben uns alle an die Hände genommen und dann haben wir uns wie Eis gefühlt, weil wir uns dann alle richtig festhalten mussten wie Eis.

(33-36) Im Wasser sind so Wasserkörperchen - Teilchen drin und das sind Teilchen, die sich bewegen.

(43-44) Die halten sich gegeneinander fest, dass das dann so ein Aufbau wird.

(53) {Die Eiswürfel} schmelzen, weil es hier drinnen zu warm ist und sie nicht genug Kälte haben.

(66) Da kommen dann so Bläschen und das Wasser bewegt sich.

(68-73) {Am Topfboden} entstehen kleine Wasserbläschen, die aus Wasser bestehen.

(77) Das ist Wasserdampf.

(80-86) Hitze oder Wasserdampf steigen nach oben und können dann nicht weggehen, wenn der Deckel drauf ist. Dann bleibt der (Wasserdampf) hier oben am Deckel und sammelt sich. Wenn es jetzt kalt wird, kommen da so kleine Wassertropfen.

(90-92) Wir haben uns mit Wasser beschäftigt und damit, wie es funktioniert und aufgebaut ist.

H3: Valentina geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(20-22, 29-31, 33-36, 43-44, 53) Wenn ich Wasser ins Gefrierfach lege, ab 0 Grad gefriert es. Wir haben uns alle an den Händen gefasst und dann haben wir uns wie Eis gefühlt, weil wir uns dann alle richtig festhalten mussten wie Eis. Im Wasser sind so Wasserkörperchen Teilchen drin und das sind Teilchen, die sich bewegen. Die halten sich gegenseitig fest, dass das dann so ein Aufbau wird. {Die Eiswürfel} schmelzen, weil es hier drinnen zu warm ist und sie nicht genug Kälte haben.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(66, 68-73, 77) Da kommen dann so Bläschen und das Wasser bewegt sich.

{Am Topfboden} entstehen kleine Wasserbläschen, die aus Wasser bestehen. Das Wasser wird zu Wasserdampf.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(80-86) Hitze oder Wasserdampf steigen nach oben und können dann nicht weggehen, wenn der Deckel drauf ist. Dann bleibt der (Wasserdampf) hier oben am Deckel und sammelt sich. Wenn es jetzt kalt wird, kommen da so kleine Wassertropfen.

Verbindung zwischen den drei Experimenten:

(90-92) Wir haben uns mit Wasser beschäftigt und damit, wie es funktioniert und aufgebaut ist.

I1: Lucas Transkript

- 1 I: Okay, zu Beginn möchte ich einmal von dir wissen, was du bereits alles
2 über das Thema Wasser weißt. Für was es wichtig ist oder für was wir es
3 in unserem Alltag brauchen.
- 4 S: Dass wir Wasser zum Trinken brauchen und zum Kochen.
- 5 I: Hmm. Dann habe ich dir jetzt eine Schüssel mitgebracht. Was kannst du
6 denn in der Schüssel sehen?
- 7 S: Eiswürfel.
- 8 I: Genau und was kannst du denn beobachten, was mit den Eiswürfeln lang-
9 sam passiert?
- 10 S: Die schmelzen.
- 11 I: Kannst du mir auch erklären, warum das passiert?
- 12 S: Weil -- weil die erhitzt werden durch die Wärme.
- 13 I: Okay - aus was besteht denn das Eis?
- 14 S: Aus Wasser.
- 15 I: Und woraus besteht Wasser?
- 16 S: Aus so kleinen Teilchen.
- 17 I: Teilchen? Was stellst du dir unter Teilchen vor?
- 18 S: Also -- dass sind so kleine Punkte. Ich stelle sie mir blau vor -- so wie
19 das Wasser.
- 20 I: Für dich haben Teilchen also eine Farbe?
- 21 S: Ja.
- 22 I: Und ändern sich diese Teilchen irgendwie, wenn es warm wird?
- 23 S: Mh -- ich denke schon. Wenn es warm wird, werden die größer.
- 24 I: Okay, dann gehen wir einmal rüber zum Herd -- und zwar möchte ich
25 jetzt die Eiswürfel in den Topf geben. Was glaubst du denn, was passiert,
26 wenn wir die jetzt da reingeben?
- 27 S: Dass es zu Wasser wird.
- 28 I: Hmm [Eiswürfel werden in den Topf gegeben] (6sec) So, was kannst du
29 beobachten?
- 30 S: Sie schmelzen.
- 31 I: Hmm - kannst du noch etwas anderes beobachten?
- 32 S: Dass es blubbert und Rauch rauskommt.

33 I: Genau, es entstehen Blubberblasen auf dem Topfboden. Hast du eine
34 Idee, aus was diese Blasen bestehen?

35 S: Aus Wasser -- also aus Teilchen vom Wasser. Die werden warm und dann
36 werden die größer und -- brauchen mehr Platz - deswegen machen die sie
37 Blasen.

38 I: Aha, also die Teilchen machen Blasen -- was passiert denn hier über dem
39 Topf?

40 S: Es raucht.

41 I: Hast du auch eine Idee, aus was der Rauch besteht?

42 S: Aus dem Wasserdampf - das sind auch Teilchen, nur halt oben in der Luft.

43 I: Kannst du mir erklären, was genau mit den Teilchen passiert, wenn Was-
44 serdampf entsteht?

45 S: Die steigen in die Luft -- ich glaube die werden so groß, dass sie fast
46 sichtbar wären, aber -- vorher sind die schon weg -- also bevor man die
47 sehen kann, sind die schon in der Luft.

48 I: Also glaubst du, man könnte sie fast sehen?

49 S: Mh - ja vielleicht -- die sind dann heller.

50 I: Heller?

51 S: Ja - also so hellblau - aber wie gesagt, die sind halt schon weg.

52 I: Okay -- und wenn wir jetzt einen Deckel auf den Topf geben - was pas-
53 siert denn dann?

54 S: Es wird nass.

55 I: Und weißt du auch, warum?

56 S: Weiß ich nicht so genau -- vielleicht weil die Teilchen da oben gegen den
57 Deckel kommen und dann wieder kleiner werden? -- und dann werden
58 die vielleicht wieder zu Wasser.

59 I: Okay - ist dir von der Menge vom Wasser etwas aufgefallen?

60 S: (6sec) ist weniger.

61 I: Hast du auch eine Idee, warum es immer weniger wird?

62 S: Weil das Wasser ja --- der Dampf besteht ja aus Wasser Teilchen -- und
63 die gehen in die Luft, wenn sie warm werden und größer sind und -- dann
64 sind die halt nicht mehr im Topf.

65 I: Okay, interessant. Und wenn wir jetzt länger warten, was glaubst du denn
66 was passiert? Ist am Ende dann noch Wasser im Topf?

67 S: Nein.

68 I: Und wo ist das Wasser dann hin?

69 S: In der Luft.

- 70 I: Und wie stellst du dir die Teilchen in der Luft vor?
- 71 S: Die fliegen da so herum.
- 72 I: Wenn die ganzen Teilchen jetzt in der Luft sind - was glaubst du denn,
73 passiert mit denen dort?
- 74 S: Mh - ich glaube die schweben da einfach und vielleicht -- fliegen die so
75 rum, bis die irgendwann wieder kleiner werden.
- 76 I: Werden sie denn wieder kleiner?
- 77 S: Ja -- aber erst wenn es nicht mehr so warm ist.
- 78 I: Okay - das heißt, du denkst warme Teilchen sind groß und kalte eher
79 klein?
- 80 S: Ja.
- 81 I: Okay, dann noch eine kurze Frage -- vorhin hast du gesagt, die Teilchen
82 haben eine Farbe. Wie meinst du das genau?
- 83 S: Also -- Wasser ist ja so Wasser-blau und ich -- denke die Teilchen sind
84 auch so ein bisschen blau.
- 85 I: Okay.
- 86 S: Und wenn die warm werden -- dann sind die heller.
- 87 I: Und warum werden sie heller, wenn sie warm werden?
- 88 S: Weil sie größer werden und sich ausdehnen.
- 89 I: Kannst du das noch etwas genauer erklären?
- 90 S: Mh - also wenn was größer wird, wird es heller.
- 91 I: Okay, danke für das Interview.

I2: Lucas redigierte Aussagen

(4) Wir brauchen Wasser zum Trinken und zum Kochen.

(10-12) Die (Eiswürfel) schmelzen, weil sie durch die Wärme erhitzt werden.

(14-23) {Eis} besteht aus Wasser und Wasser besteht aus kleinen Teilchen. Das sind so kleine Punkte, die blau sind wie Wasser. Wenn es warm wird, werden die größer.

(32) Es blubbert und es kommt Rauch raus.

(33-37) {Die Blasen} bestehen aus Teilchen vom Wasser. Die werden warm und dann werden die größer und brauchen mehr Platz, deswegen machen sie Blasen.

(43-51) Die (Teilchen) steigen in die Luft. Die werden so groß, dass sie fast sichtbar wären, aber bevor man sie sehen kann, sind die schon in der Luft. Die (Teilchen) sind dann heller.

(54-58) (Der Deckel) wird nass, weil die Teilchen da oben gegen den Deckel kommen und dann wieder kleiner und wieder zu Wasser werden.

(60-64) {Die Menge vom Wasser im Topf} ist weniger, weil die Teilchen in die Luft gehen, wenn sie warm werden und größer sind.

(70-80) {In der Luft} fliegen die Teilchen herum, bis sie dann irgendwann kleiner werden. Sie werden kleiner, wenn es nicht mehr so warm ist.

(83-90) Wasser ist blau und die Teilchen sind auch ein bisschen blau und wenn die warm werden, dann sind die heller. Sie werden heller, weil sie größer werden und sich ausdehnen.

I3: Lucas geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(10-12) Die (Eiswürfel) schmelzen, weil sie durch die Wärme erhitzt werden.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(32, 43-51, 60-64) Es blubbert und es kommt Rauch raus. Die (Teilchen) steigen in die Luft. Die werden so groß, dass sie fast sichtbar wären, aber bevor man sie sehen kann, sind die schon in der Luft. Die (Teilchen) sind dann heller. {Die Menge vom Wasser im Topf} ist weniger, weil die Teilchen in die Luft gehen, wenn sie warm werden und größer sind.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(54-58) (Der Deckel) wird nass, weil die Teilchen da oben gegen den Deckel kommen und dann wieder kleiner und wieder zu Wasser werden.

Teilchenmodell:

(14-23, 33-37, 43-51, 54-58, 70-80, 83-90) {Eis} besteht aus Wasser und Wasser besteht aus kleinen Teilchen. Das sind so kleine Punkte, die blau sind wie Wasser. Wenn es warm wird, werden die größer. {Die Blasen} bestehen aus Teilchen vom Wasser. Die werden warm und dann werden die größer und brauchen mehr Platz, deswegen machen sie Blasen. Die (Teilchen) steigen in die Luft. Die werden so groß, dass sie fast sichtbar wären, aber bevor man sie sehen kann, sind die schon in der Luft. Die (Teilchen) sind dann heller. (Der Deckel) wird nass, weil die Teilchen da oben gegen den Deckel kommen und dann wieder kleiner und wieder zu Wasser werden. {In der Luft} fliegen die Teilchen herum, bis sie dann irgendwann kleiner werden. Sie werden kleiner, wenn es nicht mehr so warm ist. Wasser ist blau und die Teilchen sind auch ein bisschen blau und wenn die warm werden, dann sind die heller. Sie werden heller, weil sie größer werden und sich ausdehnen.

J1: Max Transkript

- 1 I: Ich habe erst mal so eine kleine Einstiegsfrage für dich, und zwar, was
2 weißt du denn bereits alles über Wasser? Wo finden wir es in unserem
3 Alltag? Für was ist Wasser wichtig?
- 4 S: Also unser Wasser ist wichtig für - für unsere Nahrung, dass wir viel zu
5 trinken haben und dass wir - dadurch werden auch viele Lebensmittel
6 hergestellt, also es können auch dadurch, dass gekocht wird.
- 7 I: Ja.
- 8 S: Dadurch werden manche Lebensmittel erstmal richtig gut -- und man
9 kann es aber auch -- viele Tiere benötigen es.
- 10 I: Hmhm.
- 11 S: Zum Beispiel bei Bächen, Flüssen oder Seen - dass die Tiere auch was zu
12 trinken und - eigentlich nur etwas zum Trinken haben.
- 13 I: Ja.
- 14 S. Auch was zum Essen, zum Beispiel Fische oder auch Tiere im Meer, die
15 brauchen ja auch Wasser, dass sie überleben können, weil sie im Meer
16 leben.
- 17 I: Okay, super. Dann habe ich dir eine Schüssel mitgebracht. Was siehst du
18 denn in der Schüssel?
- 19 S: Halb - halb aufgetautes Eis.
- 20 I: Halb aufgetautes Eis. Was passiert denn?
- 21 S: Durch die Hitze -- wird das Eis - schmilzt das Eis und es taut halt auf.
- 22 I: Kannst du mir vielleicht erklären, warum die Eiswürfel das machen? Wa-
23 rum die anfangen zu schmelzen?
- 24 S: Wegen der Hitze.
- 25 I: Hmhm. Aus was besteht nämlich das Eis?
- 26 S: Aus diesen Molekülchen.
- 27 I: Okay, interessant - jetzt hast du das Wort Molekül erwähnt - kannst du
28 mir mal erzählen, in deinen Worten, was Moleküle sind?
- 29 S: Moleküle sind so kleine Teilchen.
- 30 I: Hmhm.
- 31 S: Aus denen besteht Wasser.
- 32 I: Okay. Wenn du dir diese Molekül - Teilchen vorstellst -- haben die dann
33 eine bestimmte Form oder sehen die für dich irgendwie aus?
- 34 S. Das sind so Kügelchen.
- 35 I: Und wie verhalten die sich im Eiswürfel?

- 36 S: Mhh -- ich glaube im Eis bewegen die sich gar nicht. Die halten sich fest.
- 37 I: Okay, sie halten sich fest. Und was passiert mit den Teilchen, wenn die
38 Wärme dazukommt und der Eiswürfel schmilzt?
- 39 S: Dann - lassen sie sich los und fangen an sich zu bewegen.
- 40 I: Okay ist das einfach so eine Vermutung von dir?
- 41 S: Nein, das hatten wir auf jeden Fall im Sachunterricht im Unterricht ge-
42 lernt. Aber -- warum das so ist, haben wir nicht erzählt bekommen.
- 43 I: Okay -- dann gehen wir einmal hier rüber zum Herd. Und jetzt möchte
44 ich unsere Eiswürfel in den Topf geben. Was glaubst du denn, was pas-
45 siert?
- 46 S: Das Eis wird schon schnell flüssig und dadurch kommt Wasserdampf und
47 da sieht man auch - der Herd wird etwas feuchter und nasser und der läuft
48 an.
- 49 I: Okay - dann geben wir einmal die Eiswürfel in den Topf [Eiswürfel wer-
50 den in den Topf gegeben] (6sec) Was ist passiert?
- 51 S: Die Hitze, die von dem Herd kommt, die hat die Eiswürfel zum Schmel-
52 zen gebracht.
- 53 I: Und was entsteht am Topfboden?
- 54 S: - es siedet.
- 55 I: Es siedet? Kannst du mir das genauer erklären?
- 56 S: Sieden ist -- der Übergang vom flüssigen Wasser in Wasserdampf.
- 57 I: Okay, super. Jetzt hast du noch Wasserdampf erwähnt - was ist denn Was-
58 serdampf?
- 59 S: Wasserdampf ist das Gegenteil von Eis.
- 60 I: Okay.
- 61 S: Es ist auch Wasser nur in der verdampften Form.
- 62 I: Okay, super. Und wo kann ich jetzt hier den Wasserdampf sehen?
- 63 S: Den sieht man hier [zeigt an den Rand des Topfes].
- 64 I: Okay.
- 65 S: Dieser komische Rauch, der da hochsteigt - und wenn man mal etwas
66 länger seine Hand drüber hält [er hält die Hand über den Topf] dann merkt
67 man langsam - dass die Hand etwas feuchter wird.
- 68 I: Genau, und was würde denn passieren, wenn ich den Deckel jetzt auf den
69 Topf gebe?
- 70 S: Der würde äh - da würden so Tropfen drauf entstehen, die sieht man hier
71 auch schon.
- 72 I: Hmhm.

- 73 S: Und der Deckel würde anlaufen, was man auch sieht.
- 74 I: Genau. Und warum macht das Wasser das?
- 75 S: (6sec) Weil das Wasser ja hoch geht und der Deckel etwas kälter ist als
76 unten der Herd - und deswegen werden sie wieder zu Wasser.
- 77 I: Okay. Und jetzt schau einmal in den Topf -- Was ist passiert?
- 78 S: Da ist nichts mehr außer Wasser - also nur noch ein bisschen Wasser.
- 79 I: Wo ist denn das ganze Wasser hin?
- 80 S: Das Wasser ist aufgestiegen -- es hat sich der meiste Teil - hat sich in
81 Wasserdampf verwandelt.
- 82 I: Okay.
- 83 S: Also hat gesiedet - und ja.
- 84 I: Okay, interessant. (6sec) Dann als allerletztes -- fällt dir jetzt noch irgend-
85 was ein, was wichtig zu dem Thema wäre?
- 86 S: Der Kreislauf -- das ist ein richtiges Naturwunder.
- 87 I: Okay.
- 88 S: Der Kreislauf besteht darin -- das Wasser, das findet man am allermeisten
89 in Meeren, Flüssen oder Seen - in Gewässern -- und dort - wenn es warm
90 wird, dann steigt, wie ich eben schon erzählt habe, der Wasserdampf hoch
91 in die Luft und dann in die Wolken -- äh nicht in die Wolken - dann wird
92 - dann sammelt sich das alles zusammen zu den Wolken und wenn es zu
93 viel wird, dann regnet es.
- 94 I: Okay.
- 95 S: Und wenn es regnet, dann landet es ja meistens wieder in den Gewässern
96 -- aber es landet auch ein Teil auf der Erde und der sinkt in die Erde hinein
97 - dann fließt der unten durch so kleine Linien - entweder in die Gewässer
98 oder in die von uns hergestellten Pumpen und dann wird es zu unserem
99 Trinkwasser verarbeitet.
- 100 I: Okay, interessant.
- 101 S: Und das Wasser, das unten in der Erde entlang fließt, heißt Grundwasser.
- 102 I: Und das hattet ihr im Sachunterricht?
- 103 S: Ja.
- 104 I: Letztes Jahr?
- 105 S: Ja.
- 106 I: Okay, danke.

J2: Max redigierte Aussagen

(4-16) Wasser ist wichtig für unsere Nahrung, dass wir viel trinken, und es werden auch viele Lebensmittel mit Wasser hergestellt. Viele Tiere benötigen Wasser zum Trinken und auch zum Essen.

(21-22) Durch die Hitze schmilzt das Eis und taut auf.

(27-30) {Wasser} besteht aus Molekülchen, das sind so kleine Teilchen.

(35) {Moleküle} sind so Kügelchen.

(36-40) Im Eis bewegen die (Moleküle) sich gar nicht. Die halten sich fest und bei Wärme lassen sie sich los und fangen an sich zu bewegen.

(52-53) Die Hitze, die von dem Herd kommt, hat die Eiswürfel zum Schmelzen gebracht.

(57-62) Sieden ist der Übergang von flüssigem Wasser zu Wasserdampf. Wasserdampf ist das Gegenteil von Eis. Es ist auch Wasser nur in der verdampften Form.

(63-65) {Den Wasserdampf} sieht man am Rand des Topfes.

(66-68) Dieser Rauch, der da hochsteigt, ist Wasserdampf und wenn man mal etwas länger seine Hand darüber hält, dann merkt man, dass die Hand etwas feuchter wird.

(71-77) {Auf dem Deckel} würden so Tropfen entstehen, weil das Wasser hochgeht und der Deckel etwas kälter ist als unten der Herd und deswegen wird es wieder zu Wasser.

(81-82) Das Wasser ist aufgestiegen und hat sich in Wasserdampf verwandelt.

J3: Max geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(21-22, 36-40, 52-53) Durch die Hitze schmilzt das Eis und taut auf. Im Eis bewegen die (Moleküle) sich gar nicht. Die halten sich fest und bei Wärme lassen sie sich los und fangen an, sich zu bewegen. Die Hitze, die von dem Herd kommt, hat die Eiswürfel zum Schmelzen gebracht.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(57-62, 63-65, 66-68, 81-82) Sieden ist der Übergang von flüssigem Wasser zu Wasserdampf. Wasserdampf ist das Gegenteil von Eis. Es ist auch Wasser, nur in der verdampften Form. {Den Wasserdampf} sieht man am Rand des Topfes. Dieser Rauch, der da hochsteigt, ist Wasserdampf und wenn man mal etwas länger seine Hand darüber hält, dann merkt man, dass die Hand etwas feuchter wird. Das Wasser ist aufgestiegen und hat sich in Wasserdampf verwandelt.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(71-77) {Auf dem Deckel} würden so Tropfen entstehen, weil das Wasser hochgeht und der Deckel etwas kälter ist als unten der Herd und deswegen wird es wieder zu Wasser.

Teilchenmodell:

(27-30, 35) {Wasser} besteht aus Molekülchen, das sind so kleine Teilchen. {Moleküle} sind so Kügelchen.

K1: Leon Transkript

- 1 I: Zu Beginn habe ich als Einstieg erstmal die Frage, was du bereits alles
2 über das Thema Wasser weißt.
- 3 S: Ich kenne den Wasserkreislauf - das hatten wir letztes Jahr im Sachunter-
4 richt.
- 5 I: Den Wasserkreislauf? Darüber haben mir deine Mitschüler und Mitschü-
6 lerinnen auch schon erzählt. An was kannst du dich denn davon noch er-
7 innern?
- 8 S: Also - wenn es warm wird, dann steigt Wasserdampf hoch in die Luft und
9 sammelt sich zu Wolken und wenn die zu voll werden dann regnet es.
- 10 I: Okay, interessant. Dann habe ich dir eine Schüssel mitgebracht. Was
11 siehst du denn in der Schüssel?
- 12 S: Eiswürfel.
- 13 I: Ja, genau -- und was kannst du beobachten, was so langsam mit den Eis-
14 würfeln passiert?
- 15 S: Die fangen an zu schmelzen.
- 16 I: Genau und kannst du mir auch erklären warum?
- 17 S: Weil es warm ist.
- 18 I: Okay. Aus was bestehen denn Eiswürfel?
- 19 S: Aus Molekülen.
- 20 I: Aus Molekülen? Kannst du mir das noch genauer erklären?
21 (5sec) Was sind denn Moleküle?
- 22 S: So kleine Teilchen.
- 23 I: Okay, so kleine Teilchen. Wie sehen die denn aus?
- 24 S: Das sind so Kugeln und ich denke sie sind blau.
- 25 I: Okay, ich verstehe. Kannst du mir erzählen, warum du denkst, dass die
26 Teilchen blau sind?
- 27 S: Weil die Eiswürfel ja auch blau sind.
- 28 I: Achso, okay. Also denkst du, die Teilchen haben dieselbe Farbe wie der
29 Gegenstand?
- 30 S: Ja.
- 31 I: Okay - du hast gesagt, dass die Eiswürfel aus Teilchen bestehen. Wie
32 stellst du dir das denn vor?
- 33 S: -- im Unterricht hatten wir uns das so vorgestellt -- dass die sich fest an
34 den Händen halten.

35 I: Okay, interessant (5sec) dann gehen wir einmal rüber zum Herd (5sec)
36 und zwar möchte ich jetzt die Eiswürfel in den Topf geben. Was glaubst
37 du denn, was dann passieren wird?

38 S: Die Eiswürfel werden zu Wasser - also sie schmelzen.

39 I: Okay -- und was passiert mit den Teilchen?

40 S: Die -- halten sich jetzt nicht mehr fest.

41 I: Okay.

42 S: Ja also -- die lassen sich los und bewegen sich.

43 I: Spannend (5sec) Kannst du noch etwas beobachten?

44 S: Ja - es sind Blasen im Wasser.

45 I: Richtig. Aus was bestehen die Blasen?

46 S: Das weiß ich -- das ist auch Wasser nur als Wasserdampf.

47 I: Hmm - und übertragen auf unsere kleinen Teilchen?

48 S: Ja -- die sind da auch noch drin.

49 I: Okay -- wenn du jetzt mal in so eine Blase hineinschauen könntest - wie
50 würde das aussehen? (5sec) sind da nur die Teilchen oder noch etwas?

51 S: Mhh -- zwischen den Teilchen ist noch warme Luft.

52 I: Warme Luft, okay -- wenn ich jetzt den Deckel auf den Topf gebe -- was
53 kannst du dann beobachten?

54 S: Dann kommen Tropfen an den Deckel.

55 I: Hmm - und weißt du auch warum?

56 S: Das Wasser - was aufsteigt sammelt sich da.

57 I: Okay und warum macht das Wasser das?

58 S: Weil es unten zu warm wird.

59 I: Okay

60 S: Ja das Wasser geht hoch und - der Deckel ist kälter und deswegen wird
61 es wieder zu Wasser.

62 I: Okay und wenn wir das jetzt wieder auf die Teilchen übertragen?

63 S: Die fliegen gegen den Deckel.

64 I: Kannst du das noch etwas genauer erklären?

65 S: (6sec) Nein.

66 I: Okay, nicht schlimm. Kannst du sonst noch etwas beobachten?

67 S: Es ist kaum noch Wasser im Topf.

68 I: Das stimmt. Hast du auch eine Vorstellung oder eine Idee, wo das Wasser
69 hin ist?

- 70 S: Ja - das ist zu Wasserdampf geworden.
- 71 I: Okay. Was ist denn Wasserdampf?
- 72 S: Auch Wasser.
- 73 I: Okay und kann man den Wasserdampf sehen?
- 74 S: Ja -- das ist der Rauch über dem Topf.
- 75 I: Okay. Wir sind schon fast fertig -- als letztes möchte ich noch von dir
76 wissen, was du glaubst, was alle Experimente heute gemeinsam hatten.
- 77 S: Es ging um Wasser und aus was das besteht.
- 78 I: Genau.
- 79 S: Ja und wir haben viel über die Teilchen im Wasser gesprochen.
- 80 I: Das stimmt -- waren es immer dieselben Teilchen über die ganzen Expe-
81 rimente hinweg?
- 82 S: Ja -- die verändern sich nicht.
- 83 I: Okay, danke für das tolle Gespräch mit dir!

K2: Leon redigierte Aussagen

(3-10) Ich kenne den Wasserkreislauf. Den hatten wir letztes Jahr im Sachunterricht. Wenn es warm wird, dann steigt Wasserdampf hoch in die Luft und sammelt sich zu Wolken, und wenn die zu voll werden, dann regnet es.

(16-18) Die {Eiswürfel} fangen an zu schmelzen, weil es warm ist.

(20-23) {Eiswürfel} bestehen aus Molekülen, das sind so kleine Teilchen.

(25-28) Das sind Kugeln und die sind blau, weil die Eiswürfel auch blau sind.

(34-35) Im Unterricht hatten wir uns das so vorgestellt, dass die (Teilchen) sich fest an den Händen halten.

(39) Die Eiswürfel werden zu Wasser, wenn sie schmelzen.

(41-43) Die (Teilchen) halten sich jetzt nicht mehr fest. Die lassen sich los und bewegen sich.

(45-47) Es sind Blasen im Wasser. Das ist auch Wasser, nur als Wasserdampf.

(49-52) (Teilchen) sind auch in den Blasen und zwischen den Teilchen ist noch warme Luft.

(55-59) Es kommen Tropfen an den Deckel. Das Wasser steigt auf und sammelt sich dort, weil es unten zu warm wird.

(61-62) Das Wasser geht hoch und da der Deckel kälter ist, wird es wieder zu Wasser.

(64) Die (Teilchen) fliegen gegen den Deckel.

(68-71) Es ist kaum noch Wasser im Topf, weil das Wasser zu Wasserdampf geworden ist.

(73-75) {Wasserdampf} ist auch Wasser. Das ist der Rauch über dem Topf.

(78) Es ging um Wasser und woraus das (Wasser) besteht.

(80-83) Und wir haben viel über die Teilchen im Wasser gesprochen, die sich über die ganzen Experimente nicht verändert haben.

K3: Leon geordnete Aussagen

Übergang von fest zu flüssig:

(16-18, 39) Die {Eiswürfel} fangen an zu schmelzen, weil es warm ist. Die Eiswürfel werden zu Wasser, wenn sie schmelzen.

Übergang von flüssig zu gasförmig:

(45-47, 68-71, 73-75) Es sind Blasen im Wasser. Das ist auch Wasser, nur als Wasserdampf. Es ist kaum noch Wasser im Topf, weil das Wasser zu Wasserdampf geworden ist. {Wasserdampf} ist auch Wasser. Das ist der Rauch über dem Topf.

Übergang von gasförmig zu flüssig:

(55-59, 61-62) Es kommen Tropfen an den Deckel. Das Wasser steigt auf und sammelt sich dort, weil es unten zu warm wird. Das Wasser geht hoch und da der Deckel kälter ist, wird es wieder zu Wasser.

Teilchenmodell:

(20-23, 25-28, 34-35, 41-43, 49-52, 64) {Eiswürfel} bestehen aus Molekülen, das sind so kleine Teilchen. Das sind Kugeln und die sind blau, weil die Eiswürfel auch blau sind. Im Unterricht hatten wir uns das so vorgestellt, dass die (Teilchen) sich fest an den Händen halten. {Wenn die Eiswürfel schmelzen}, halten sich die Teilchen nicht mehr fest. Die lassen sich los und bewegen sich. (Teilchen) sind auch in den Blasen und zwischen den Teilchen ist noch warme Luft. Die Teilchen fliegen gegen den Deckel.

Verbindung zwischen den drei Versuchen:

(78, 80-83) Es ging um Wasser und aus was das (Wasser) besteht. Wir haben viel über die Teilchen im Wasser gesprochen, die sich über die ganzen Experimente nicht verändert haben.