

# Über die Sache sprechen

## Ansätze zur Förderung der sachbezogenen Diskussion im Unterricht

Von Lutz Stäudel und Gudrun Franke-Braun

Wissenschaftliche Studien zu Lehr-Lern-Prozessen belegen, was man ohnehin intuitiv wusste, nämlich, dass die Kommunikation im Unterricht einen entscheidenden Einfluss auf kognitive Prozesse hat. Dieser Einfluss kann dabei unter zwei (komplementären) Aspekten betrachtet werden:

- Zum einen kann man die Kommunikation im Unterricht als Mittel sehen, um Lernziele zu erreichen;
- Zum anderen kann sie selbst ein Lernziel darstellen [1].

Im Folgenden soll insbesondere die Rolle betrachtet werden, die kommunikative Prozesse für den Wissenserwerb in der Schule haben.

### Verbalisieren und Wissenserwerb – zum Stand der Wissenschaft

Verbalisierungen sind keine bloßen Begleiter anderer Aktivitäten, sondern fungieren für den Lerner als Werkzeug der mentalen Orientierung. Schon Vygotsky [2] stellte Formen der Verbalisierung wie das *Laute Denken* als ein Instrument der Förderung des Denkens selbst heraus, weil es dazu dient, Problemlösungen zu suchen und zu planen.

Befunde aus Untersuchungen mit erwachsenen Lernern sprechen dafür, dass an sich selbst und an andere gerichtete Verbalisierungen, die man besonders aus der kindlichen Entwicklung kennt, auch über dieses Alter hinaus strukturierende und organisierende Funktion haben können und damit die Wissensgenerierung unterstützen [3].

Als Lernen im Dialog bezeichnet man strukturierte Situationen, in denen Lernende ohne Hilfe einer steuernden und korrigierenden Lehrkraft gemeinsam ein Problem zu lösen versuchen. Für solche Lernarrangements sind verschiedene Vorteile zu erwarten [4]:

- Es steht mehr Wissen zur Verfügung, so dass verschiedene Problemlöseansätze und Schlussfolgerungen diskutiert werden können.
- Es ergeben sich mehr Gelegenheiten für metakognitive, selbstregulierende Aktivitäten, da mehr kognitive Unsicherheiten und Dissonanzen auftreten.
- Zuhörende Partner beobachten und begleiten Meinungen, individuelle Denkprozesse und Vorstellungen und können Erklärungen beitragen, die Schwierigkeiten klären.
- Die Auseinandersetzung mit anderen Gesichtspunkten und Sichtweisen fordern zu einer Reflexion der eigenen Position heraus.

Diese Annahmen konnten auch empirisch bestätigt werden: In einer Studie zum *Lernen im Dialog* [4] wurden Schülerinnen und Schüler u. a. mit dem physikalischen Problem *Warum schwimmt ein Schiff?* konfrontiert. Je intensiver das Gespräch in der Zweiergruppe sich entwickelte, desto mehr unterschiedliches inhaltliches Wissen wurde von den Lernenden aktualisiert und auf die Problemsituation angewandt. Auch zeigte sich, dass zwei Lernende im Dialog neues Sachwissen konstruieren und somit Wissen erwerben können, über das sie zuvor alleine noch nicht verfügten. Den deutlichsten Sprung machten dabei die schwächeren Lerner in den heterogenen Paaren.

### Sprechen im naturwissenschaftlichen Unterricht

PISA hat uns vor Augen geführt, dass es 14-jährigen Schülerinnen und Schülern in der Mehrzahl schwer fällt, einen Sachverhalt strukturiert und einigermaßen vollständig zu erfassen. [5] Dies gilt nicht nur für den Sektor „Lesefähigkeit“ im Allgemeinen, sondern auch für den Bereich

der Naturwissenschaften: Als besonders schwierig erweist sich das Sprechen über Abstrakta wie Energie oder die Argumentation auf Teilchenebene.

Eine Ursache für diese tendenzielle Sprachlosigkeit liegt vermutlich im Vorherrschen des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs, bei dem sich die Lehrkraft oft mit einzelnen passenden Begriffen zufrieden gibt. Aber auch (unstrukturierte) Gruppenarbeitssituationen sind kaum ein besseres Areal, um sachbezogenes Argumentieren zu üben. Üben aber, das weiß man nicht zuletzt aus Untersuchungen zum Fremdspracherwerb [6], ist ein notwendiges Element für den Erwerb und die Entwicklung entsprechender Kompetenzen.

Gesichert ist inzwischen aber auch, dass es beim Kompetenzerwerb nicht primär um Schlüsselqualifikationen gehen kann, sondern dass sich die gewünschten und zu entwickelnden Kompetenzen immer auf eine bestimmte Domäne beziehen müssen [7]. Soll Kompetenzentwicklung also nicht zum bloßen sinnentleerten Training verkommen, dann ist zu fragen, wo die Naturwissenschaften in der Schule Anlass und Gelegenheit bieten, das Sprechen über ihre Sachen zu erlernen und zu üben.

Die nachfolgenden Ausführungen können in diesem Sinn keinen Überblick geben, sondern wollen vielmehr anhand der drei vorgestellten Beispiele ermutigen, selbst Situationen auszumachen, die den sachbezogenen Dialog ermöglichen und herausfordern können.

### Lautes Denken

Mit dieser Methode wurde im Rahmen des SINUS-Modellversuchs mehrfach experimentiert und ebenso darüber berichtet [8]. Das Kommunizieren über naturwissenschaftliche Sachverhalte setzt voraus, dass die Fachsprache zumindest

in Ansätzen verfügbar ist. Dabei kommt es weniger darauf an, dass stets sofort die „richtigen“ Begriffe verwendet werden, sondern vielmehr darauf, dass die Schülerinnen und Schüler zunächst in ihrem eigenen Denken Strukturen bilden können, mittels derer ein Sachverhalt abgebildet werden kann; auf dieser Basis kann anschließend – mit Hilfe der Lehrkraft – das Phänomen mittels naturwissenschaftlicher Kategorien rekonstruiert werden. Die Aufforderung zum Lauten Denken, ursprünglich verwendet in psychologischen Testsituationen [9], kann dazu beitragen, den Beobachtungen und Erfahrungen Ausdruck zu verleihen, sie kommunizierbar zu machen.

Als Gegenstände, über die die Schülerinnen und Schüler sprechen sollen (am besten übrigens in Zweiergruppen), eignen sich alle zeitlich veränderlichen Erscheinungen, z. B.

- das Auflösen von Kochsalz in einem RG mit Wasser.
- das Auflösen eines farbigen Salzes, etwa von Kaliumpermanganat, z. B. in einem wassergefüllten Standzylinder, in den ein Faltenfilter mit einigen Körnchen des Salzes eingehängt ist.
- Fällungsreaktionen in der Petrischale.
- Prozesse an Elektroden mit Stoffabscheidungen, Gas- oder Schlierenbildung.
- einfache chromatografische Versuche (Kreidechromatografie).
- das beginnende Sieden in einem Kolben.

## Methodische Schritte

Am Beispiel *Reaktionen in der Petrischale* (nach [10], vgl. **Kasten 1**) lässt sich das Vorgehen gut beschreiben: Die Lernenden erhalten je zu zweit eine Petrischale, die sie einige Millimeter mit dest. Wasser füllen und auf einen dunklen Untergrund (schwarze Pappe) stellen. In kleinen beschrifteten Schnappdeckelgläsern ist jeweils etwas NaCl bzw.  $\text{AgNO}_3$  abgefüllt; außerdem erhalten die Schüler kleine Spatel oder Kunststofflöffel.

Die Zweiergruppen erhalten eine knappe Versuchsanleitung mit Skizze, damit sie die Salze tatsächlich möglichst gleichzeitig und an gegenüberliegenden Rändern der Petrischale ins Was-

## Reaktionen in der Petrischale

Zwei Schüler sitzen an einem Tisch und betrachten, wie sich in einer Petrischale aus dem Nichts eine weiße Struktur in der sonst durchsichtigen Flüssigkeit herausbildet. Zuvor hatten sie die Petrischale zur Hälfte mit Wasser gefüllt und an den gegenüberliegenden Rändern jeweils eine Spatelspitze zweier weißer Salze hineingegeben.

S1: Es hat sich so ein silberner Streifen entwickelt. Es vergrößert sich auch noch.

Auf der anderen Seite fängt es langsam aber sicher auch an.

S2: Es hat eine Federform angenommen auf der einen Seite. Es ist so silbern.

S1: Gräulich.

S2: Ja, so grau-silbrig, auf der anderen Seite fängt es auch an, und das Kochsalz ist immer noch da.

S1: Vielleicht vermehrt sich das durch das ganze Glas, durch die ganze Oberfläche des Wassers.

S2: Das sieht aus wie Schimmel.

Und etwas später:

S1: Das eine löst sich auf und das andere auch, und die treffen sich dann in der Mitte des Glases und dadurch wahrscheinlich, weil dann in der Mitte die chemische Reaktion stattfindet, dass es sich dann verbindet (entsteht diese weiße Wolke).

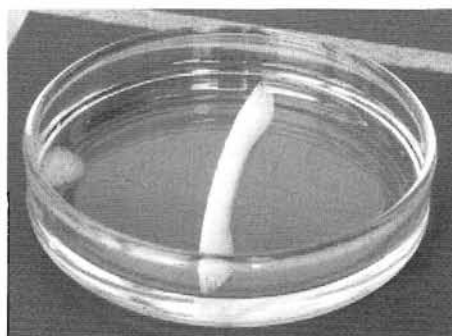


Abb. 1: In der Mitte der Petrischale bildet sich wie aus dem Nichts eine weiße Struktur

## Aggregatzustände aus Teilchensicht

Bereits vor Jahren hat G. Klemmer [12] Vorschläge in dieser Richtung unterbreitet, wobei er Schülerinnen und Schüler u. a. auch Teilchen spielen ließ. Eindrucksvoll sind die so dargestellten Übergänge zwischen den Aggregatzuständen beim Wasser: Im festen Zustand fassen sich die Schüler gegenseitig bei den Schultern, je mehr Wärme zugeführt wird, desto heftiger „schwingen“ die „Teilchen“ um ihren „Gitterplatz“, schließlich lösen sich ganze „Schichten“ und gleiten aneinander vorbei – das Wasser ist flüssig geworden. Im Gaszustand dann laufen die Lernenden durch den Raum, stoßen zusammen und ändern die Richtung usw.

ser gleiten lassen. Die Anleitung sollte außerdem – trotz der nur verwendeten Mikromengen – einen Warnhinweis zum Umgang mit Silbernitrat enthalten.

Die Aufforderung zur Beobachtung kann mündlich oder schriftlich gege-

ben werden: „Beobachtet so genau wie möglich, was in der Petrischale passiert. Sprecht alle eure Gedanken zu den Beobachtungen laut aus, damit euer Mitschüler sie gut hören und ergänzen oder kommentieren kann.“

## Lernhilfen für die Partnerarbeit

Aufgaben mit gestuften Hilfen (oft auch „abgestufte Lernhilfen“ genannt) wurden zunächst im Mathematikunterricht erprobt, dann aber bald für die Naturwissenschaften adaptiert (Leisen 1999).

Das Prinzip ist denkbar einfach:

- Es wird eine (vergleichsweise) komplexe Aufgabe gestellt.
- Die Aufgabe wird in der Regel in Zweiergruppen bearbeitet.
- Den Schülern wird ein Satz Hilfekärtchen zur Verfügung gestellt, die sie nach Bedarf benutzen können.

Leistungsstarke Gruppen kommen oft ohne Inanspruchnahme der Hilfen aus, schwächere Gruppen arbeiten die gestellte Aufgabe mit Unterstützung der Hilfen bis zur Lösung durch, ähnlich wie bei der Verwendung von Musterlösungen.

Die Hilfen können entweder inhaltlicher oder lernstrategischer Art sein. Besonders bewährt hat sich eine Mischung beider Hilfe-Arten.

Inhaltliche Hilfen	Lernstrategische Hilfen
<p><b>als direkte Hilfe formuliert</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Formel für Kochsalz ist NaCl.</li> <li>• Wasser ist wegen seiner Dipoleigenschaften ein sehr gutes Lösungsmittel.</li> </ul> <p><b>oder als Frage formuliert</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwinnere dich: Was passiert, wenn gasförmiger Chlorwasserstoff in Wasser eingeleitet wird?</li> <li>• Wenn Aluminium als Metall unedler ist als Eisen, was folgt dann daraus für die Reaktion von Eisenoxid und Aluminium-Spänen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formuliere die Aufgabe in eigenen Worten!</li> <li>• Suche im Text nach wichtigen Informationen, die du für die Lösung der Aufgabe nutzen kannst.</li> <li>• Was weißt du schon über den Sachverhalt und was kannst du daraus folgern?</li> <li>• Kennst du etwas Ähnliches?</li> <li>• Was weißt du schon über das Gesuchte und was benötigst du dafür?</li> <li>• Versuche das Problem in einem Schema/ einer Skizze zu veranschaulichen!</li> </ul>

Am Beispiel eines charakteristischen Audiomitschnitts erkennt man, wie sich konkrete Beschreibungen und erste fachliche Interpretationen vermischen, z. T. begleitet von animistischen Deutungen. Nach einer etwa 10-minütigen Beobachtungsphase ergibt sich in der Regel ein hoher Aufmerksamkeitspegel für das auswertende gemeinsame Unterrichtsgespräch, weil alle Schülerinnen und Schüler ihre je eigenen Wahrnehmungen einbringen wollen. In diesem Unterrichtsgespräch ist dann auch Gelegenheit zu klären, was eigentlich Beobachtung ist und was bereits Interpretation, welche Begriffe eventuell besser zutreffen als andere usw.

Zur Vorbereitung des zweiten Schritts, einer Wiederholung von Beobachtung und Darüber-Sprechen unter Benutzung eines spezifisch fachlichen Interpretationsmodells, gibt es im Fall der Reaktion in der Petrischale eine kurze Wiederholungsphase, am besten als Input durch die Lehrkraft. In diesem Lehrerkurzvortrag wird zusammengefasst, was zu diesem Zeitpunkt (hier Klasse 8) bereits über den Aufbau der Materie bekannt ist:

- Dass man sich alle Stoffe aus gleichartigen Teilchen aufgebaut denken kann.
- Dass die Beweglichkeit der Teilchen abhängig ist vom Aggregatzustand.
- Dass eine Veränderung von (sichtbaren) Eigenschaften bedeutet, dass eine (chemische) Reaktion stattgefunden hat.

Die Schülerinnen und Schüler werden dann aufgefordert, den Versuch erneut anzusetzen und durchzuführen. Beim Austausch ihrer Gedanken („Lautes Denken“) sollen sie dieses Mal aber versuchen, dass was sie über Teilchen bereits wissen, in ihre Deutung einfließen zu lassen. Für geübte Schülerinnen Schüler kann sich an das beschriebene Beispiel das Auflösen von Silbernitrat in Leitungswasser (ebenfalls in einer Petrischale) anschließen. Je nach Chloridgehalt des Wassers bildet sich ein mehr oder weniger feiner Schleier von AgCl, der sich konzentrisch ausbreitet. Wegen der relativ hohen Komplexität (lösen, diffundieren, reagieren) bedarf es hier nach der Phase des Lauten Denkens in der Zweiergruppe einer besonders gut strukturierten Auswertung.

## Besteht die 5-Cent-Münze aus Kupfer?

Die 5-Cent-Münze sieht aus, als ob sie aus Kupfer gefertigt ist. Aber ist sie das wirklich?

Die Münze wird von einem Magneten angezogen. Dies spricht dagegen, dass sie aus reinem Kupfer ist.

Wie kann man – ohne die Münze zu beschädigen – auf eine zweite Weise überprüfen, ob die Münze aus reinem Kupfer ist?

**Überlegt euch einen Versuch, mit dessen Hilfe ihr diese Frage klären könnt.**

**Erinnert euch:**

Metalle unterscheiden sich in ihren Eigenschaften. Sie haben z.B. verschiedene Schmelzpunkte, Dichten und Leitfähigkeiten.



**Hilfe 3**

Wie könnt ihr die in der Tabelle genannten Eigenschaften für die 5-Cent-Münze bestimmen?

Genauer:

- Wie bestimmt man den Schmelzpunkt?
- Wie bestimmt man die Dichte?
- Wie bestimmt man den spezifischen elektrischen Widerstand?  
Bei welchem dieser Verfahren bleibt die Münze unverändert?

**Antwort zu Hilfe 3**

Um den Schmelzpunkt der Münze zu bestimmen, müsst ihr eine Münze schmelzen und dabei die Temperatur messen. Dabei geht die Münze aber kaputt.

Um einen elektrischen Widerstand zu bestimmen, braucht ihr einen Stromkreis und Messgeräte für Stromstärke und Spannung. Der so gemessene Widerstand hängt aber nicht nur vom Material der Münze ab, sondern auch von ihrer Form. Deswegen hilft euch der Widerstand der Münze nicht weiter.

Die Dichte kann aus der Masse und dem Volumen der Münze bestimmt werden. Masse und Volumen sind recht einfach zu ermitteln.

**Hilfe 4**

Könnst ihr euch noch an eine Formel erinnern, mit der ihr aus Masse und Volumen eines Gegenstandes seine Dichte berechnen könnt?

$$\frac{\text{Masse}}{\text{Volumen [g/cm}^3\text{]}}$$

**Antwort zu Hilfe 4**

Die Formel für die Dichte lautet: Dichte = \_\_\_\_\_

Um die Dichte zu bestimmen, müsst ihr die Masse (in Gramm) durch das Volumen (in cm<sup>3</sup>) teilen.

**Geschichten aus Teilchensicht erzählen lassen**

Ähnlich wie das Laute Denken verfolgt dieser Ansatz die Absicht, die Lernenden zur sachbezogenen Artikulation anzuregen. Das Sprechen über das Unsichtbare, also über Vorgänge, die man mit Hilfe von Teilchenmodellen interpretieren will, ist für die Schülerinnen und Schüler deutlich schwieriger, als die verbale Beschreibung (unter Interpretation) von sinnlich erfahrbaren Phänomenen.

Zwar ist es wichtig, dass die Lernenden im Verlauf des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu einer sicheren Unterscheidung von Erfahrungswelt und Modellwelt [11] gelangen, die Kon-

struktion von abstrakten Begriffen im Kopf bedient sich aber stets der unterschiedlichsten Bilder. Genau hier setzt diese methodische Variante an, also eher im Vorfeld der klaren begrifflichen Differenzierung.

Als Gegenstände bzw. Inhaltsauschnitte eignen sich wiederum alle *elementaren Prozesse*, die man üblicherweise auf der Teilchenebene abbildet und erklärt, also etwa die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen, die Vorgänge bei einer Destillation, Lösungsprozesse, Diffusion, Osmose sowie einfache Reaktionen.

Das hier vorgeschlagene „Beschreiben aus Teilchensicht“ ist weniger dynamisch (und daher in großen Klassen leichter realisierbar), zielt aber statt-

dessen unmittelbar auf die sprachliche Ebene. Im Beispiel haben sich die Schülerinnen und Schüler (Klasse 8) mit Mineralwasser beschäftigt und festgestellt, dass beim Verdampfen ein fester Rückstand bleibt. Durch Auflösen von Kochsalz in wenig Wasser und anschließendes Verdunsten lassen wird das Lösen und Kristallisieren zum Thema gemacht, und schließlich soll der gesamte Prozess mittels Teilchenmodell nachvollzogen bzw. erklärt werden. Wenn sie den Vorgang aus Sicht der Teilchen beschreiben, dann liest sich das z. B. so:

*„Wir waren gerade gemütlich am Feiern, als plötzlich der böse Spatel kam. Er nahm mich und meine Freunde mit und warf uns in ein mit Wasser gefülltes Glas. Wir wurden kräftig durchgeschüttelt. Plötzlich kamen die Wasserteilchen auf uns zu und zerrten so lange an unseren Armen und Füßen, bis sie uns ganz auseinander gerissen hatten. Als nächstes wurden wir mit den Wasserteilchen in eine Petrischale geschüttelt. Nach einiger Zeit verschwanden die Wasserteilchen und wir sahen sie nie wieder. Während die Wasserteilchen verschwanden, setzten wir uns wieder zusammen und nahmen eine größere Gestalt an.“*

Andere Gruppen illustrieren ihre Geschichten zusätzlich in Comic-Art, aber das Wesentliche ist, dass zunächst ein sprachlicher Ausdruck mit assoziierten Bildern im Kopf existiert, mit deren Hilfe das noch nicht Benennbare Gestalt bekommt und dann durch eine fachsprachliche Interpretation weiter bearbeitet werden kann.

**Aufgaben mit gestuften Hilfen für die Partnerarbeit**

Im Unterschied zu den beiden zuerst beschriebenen Ansätzen, bei denen es bevorzugt um die Versprachlichung elementarer Vorgänge auf Teilchenebene geht, schaffen „Aufgaben mit gestuften Hilfen“ Gesprächsanlässe in praktisch beliebigen Themenfeldern der Chemie und mit ganz unterschiedlicher Tiefe.

„Aufgaben mit gestuften Hilfen“ (s. **Kasten 4**) und die damit verknüpften Zielsetzungen wurden inzwischen an verschiedenen Stellen [13] ausführlich beschrieben. Zur Zeit ist dieses Aufgabenformat Gegenstand umfassender Untersuchungen im Rahmen eines DFG-

## Besteht die 5-Cent-Münze aus Kupfer?

Die folgenden Ausschnitte aus einem Zweiergespräch wurden während der Bearbeitung der „5-Cent-Münzen-Aufgabe“ mitgeschnitten:

- R:* (Liest Hilfe 3)  
Ja, ich weiß bei welchem.
- L:* Stimmt, wir können die Dichte wählen.  
(unverständlich – in etwa: Dieser Versuch mit Wasser  
(?))
- R:* Mit Wasser?
- L:* Ja, Becher, machst du was rein.
- R:* Man kann die auch wiegen, Alter ... Elektrischer Widerstand ... Nein, nicht ...  
(Liest Lösung 3)
- R:* Was sollen wir jetzt machen?
- L:* Die Dichte.  
(Sie lesen noch einmal den Text zur Dichte.)
- L:* Hab ich doch gesagt.
- R:* Also nur die Dichte kannst du machen.
- L:* Ja.
- R:* (zeigt in der Tabelle) Also Kupfer: 8,9, Eisen: 7,9. Da müssen wir die Dichte ...Wart 'mal – ich hab's gleich, ich hab's gleich.
- L:* Wir müssen in Wasser stecken, und dann noch wiegen hinterher.
- R:* Ja, wir müssen wiegen, aber wir müssen noch andere Münzen haben, einmal Kupfer, einmal Eisen, oder so ... Nö. Doch nicht.  
Was steht hier?  
(Liest Hilfe 4 vor.)  
Ja, können wir. Haben wir schon gemacht.
- L:* Ja.
- R:* Wasser brauchen wir. Toll, haben wir Wasser?
- L:* Wir sollen nur aufschreiben.  
*R* liest Lösung 4, kommentiert zwischendurch mit „Ja, das wissen wir doch“ zur Formel für die Dichte.
- R:* Toll.
- L:* Ja, das weiß ich doch.
- R:* Ja, dann mach das doch.
- L:* Wir sollen das nur aufschreiben, wie wir es machen können.
- R:* Ja, dann schreib auf ...
- L:* Wir sollen das alleine machen, später. So, ab geht's.  
Beide lesen Hilfe 5.
- L:* Weiß ich doch. Ab geht's.
- R:* Da steht schon was, was wir gesagt haben.  
Sie lesen Lösung 5.  
Zwischendurch:
- L:* Ist ja klar.
- R:* Wirklich?!
- L:* Ja.
- L:* Was habe ich dir gesagt?
- R:* Ja, toll. Wir sollen hier nicht Volumen schreiben, aber wir sollen ... (liest noch mal die Aufgabenstellung vor)  
Im Prinzip kann man durch die Dichte. Und was soll man dazu schreiben?  
Sie besteht aus Eisen und aus Kupfer.
- L:* Ja.  
(Zeigt in die Tabelle) Über das andere kann man es auch machen. Es ist alles unterschiedlich.
- R:* Guck mal, wir müssen 'ne 5-Cent-Münze nehmen, in Wasser rein machen, ne?
- L:* Ja, und dann müssen wir ...
- R:* (unterbricht)  
Guck. Pass auf. Wir müssen ja nicht herausfinden... Wir wissen ja nicht, was drin ist von denen. Wir wissen nur Kupfer. Wir machen rein, die Münze, und da steht dann in Gramm. Also, wir können auch auf 'ne Waage legen, ne. Und da steht zum Beispiel jetzt ...
- L:* Erst mal müssen wir ausrechnen, wie viel das Volumen ist.
- R:* Ja, gibt's hier 'ne Waage? Nein. Egal. Wir sollen ja nur sagen, wie man's machen kann. Wir legen es auf eine Waage...jetzt hab ich's. Wir legen auf eine Waage hin und da steht die Zahl. Zum Beispiel jetzt kommt 8 ... das rechnen... also jetzt kommt ... ähm ...

Projektes [14]. Im Zuge dieser Untersuchungen hat sich nicht nur bestätigt, dass insbesondere weniger leistungsstarke Lerner zu besseren Ergebnissen geführt werden können [15], sondern auch, dass die mit diesem Aufgabenformat geschaffene Situation in der Zweiergruppe deutlich zu sachbezogenen Gesprächen unter den Schülern anregt.

Dass die Kommunikation der Schüler im Beispiel durchgehend sachbezogen ist, hängt zum Teil sicher damit zusammen, dass sie beobachtet wurden. Erfahrungen aus dem Unterricht zeigen jedoch ein ganz ähnliches Gesprächsverhalten.

Interessant ist, dass sich mehrere unterschiedliche Kategorien von Aussagen ausmachen lassen:

- Einige Aussagen dienen der inhaltlichen Handlungsplanung, z. B. „Wir legen es auf eine Waage ...“, „Guck mal, wir müssen 'ne 5-Cent-Münze nehmen, in Wasser rein machen, ne?“ oder „Erst mal müssen wir ausrechnen, wie viel das Volumen ist.“
- Eher spärlich sind im Beispiel naturwissenschaftliche Aussagen, in de-

**Hilfe 5**

Wie könnt ihr die Masse der Münze bestimmen?  
Wie könnt ihr das Volumen der Münze bestimmen?

**Antwort zu Hilfe 5**

Die Masse der Münze gibt an, wie viel die Münze wiegt. Das könnt ihr bestimmen, indem ihr die Münze auf eine Waage legt.  
Man kann das Volumen über eine mathematische Formel berechnen. Ihr könnt das Volumen aber auch direkt messen. Dazu braucht ihr einen mit Wasser gefüllten Messzylinder. Wenn ihr die Münze im Wasser versenkt, steigt der Wasserspiegel an. Der Unterschied im Wasserspiegel entspricht genau dem Volumen der Münze.

**Hilfe 6**

Wie könnt Ihr mit Hilfe dieser Informationen feststellen, ob die 5-Cent-Münze aus reinem Kupfer besteht oder nicht?

**Antwort zu Hilfe 6**

Aus Masse und Volumen der Münze könnt Ihr die Dichte der Münze berechnen. Die Dichte der Münze vergleicht Ihr mit der Dichte von reinem Kupfer aus der Tabelle. Die Dichte ist eine feststehende Materialeigenschaft eines Werkstoffs. Unterscheiden sich die beiden Werte, so kann die Münze /nicht/ aus reinem Kupfer bestehen.

**Literatur**

[1] Wuttke, E.: Unterrichtskommunikation und Wissenserwerb. Konzepte des Lehrens und Lernens, Band 11. Frankfurt am Main 2005

[2] Vygotsky, L. S.: Thought and language. Cambridge 1962

[3] Renkl, A.: Lernen durch Lehren. Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen. Wiesbaden 1997

[4] Beck, E. u. a.: Lernen im Dialog – Beschreibung und Analyse von Schülerdialogen beim Lösen eines Problems in einer Lernyade. In: Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften (2000) 3, S. 509–533

[5] Baumert, J. u. a. (Hrsg.): PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen 2001

[6] Finkbeiner, C.: Experten, Partner und Projekte. In: R. Meier u. a. (Hrsg.): Üben und Wiederholen. Friedrich Jahresheft XVIII.(2000), S. 143–145

[7] Stern, E.: Inhalt statt Methode. Durch Lehrertraining allein wird der Unterricht nicht besser. In: Die ZEIT Nr. vom ...

[8] Stäudel, L.: Die Dinge zum Sprechen bringen. In: W. Blum, S. Fey, E. Huber-Söllner, L. Stäudel (Hrsg.): Gute Unterrichtspraxis. Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Pro Schule, Heft 3/2000, Fuidatal 2000, S. 36–39; SINUS Naturwissenschaften Hessen: Lautes Denken. Beim Sprechen die Gedanken klären. In: R. Duit, H. Gropengießer, L. Stäudel (Hrsg.): Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5–10. Seelze 2004, S. 138–141

[9] Van Someren, M. W. u. a.: The think aloud method. A practical guide to modelling cognitive processes. London 1994

[10] Minssen, M. (Hrsg.), Popp, T., de Vos, W.: Strukturbildende Prozesse bei chemischen Reaktionen und Vorgängen. Kiel (IPN) 1989, besonders Kapitel 3, S. 89 ff. sowie S. 56/57

[11] Mikelskis-Seifert, S.; Leisner, A.: Lernen über Teilchenmodelle. In: R. Duit, H. Gropengießer, L. Stäudel (Hrsg.): Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5–10. Seelze 2004, S. 122–127

[12] Klemmer, G.: Lebendiges Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Möglichkeiten der themenzentrierten Interaktion. IPN Arbeitsbericht 57. Kiel 1985

[13] Forschergruppe Kassel: Archimedes und die Sache mit der Badewanne – gestufte Hilfen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In G. Becker (Hrsg.): Diagnostizieren und fördern. Friedrich Jahresheft XXIV (2006), S. 84–88  
Forschergruppe Kassel: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. Lernchancen 42 (2004) S. 38–43  
L. Stäudel: Von der Testaufgabe zur Lernaufgabe. In: U. Steffens, R. Messner (Hrsg.): PISA macht Schule. Konzeptionen und Praxisbeispiele zur neuen Aufgabenkultur. Wiesbaden 2006, S. 131 ff, hier S. 215–217

[14] Messner, R.; Blum, W. (Hrsg.): Selbstständiges Lernen im Fachunterricht. Kassel 2006

[15] Schmidt-Weigand, F.; Hänze, M.; Stäudel, L.; Wodzinski, R.: Gestufte Lernhilfen: Effekte beim selbstständigen Bearbeiten komplexer Aufgaben. In: DPG 2006

nen Daten oder Fakten genannt oder Fachbegriffe verständlich verwendet werden. Ganz am Anfang (hier nicht abgedruckt) diskutieren die Schüler über den Schmelzpunkt als Unterscheidungsmerkmal: Auf die naturwissenschaftliche Feststellung „Kupfer schmilzt bei 1083 °C“ kontert der Partner „Wenn du sie schmilzt, hast du sie ja zerstört.“

- Zahlreich sind dagegen Aussagen im Sinne Metakognitiver Handlungsplanungen. Sie dienen der Planung, Überwachung und Regulation des Lernprozesses. Wenn sich die Schüler im Beispiel wieder dem Aufgabenblatt oder einer Hilfe zuwenden, um sich weitere Informationen für den Lösungsprozess zu beschaffen, wird dies z. B. kommentiert mit „Lies das mal durch!“ oder „Da steht schon was, was wir gesagt haben“.

Der Mitschnitt zeigt auch, wie sich die unterschiedlichen Stärken der beiden Partner ergänzen:

- Das Konzept der Dichte ist ihnen unterschiedlich geläufig.
- Schüler L hat zwar den geringeren Sprechanteil, kommt aber eher auf

den Punkt. So weist er den Vorschlag ab, den Beweis über den Schmelzpunkt zu führen, weil dabei die Münze zerstört wird und lenkt stattdessen auf das Konzept der Dichte hin. „Wir müssen in Wasser stecken, und dann noch wiegen hinterher.“

**Ausblick**

Der Kompetenzbereich „Kommunikation“ stellt für die naturwissenschaftlichen Fächer sicher noch für lange Zeit ein Entwicklungsfeld dar. Das Sprechen über die Dinge, über Vorgestelltes wie Modelle und über Strategien zur Bearbeitung und Lösung von Problemen muss aber schon morgen stattfinden, jede Stunde Chemieunterricht bietet dazu Anlass und Gelegenheit – man muss die Schüler und ihre Gedanken dazu ernstnehmen und Lernsituationen gestalten, die dieses Sprechen auch gestatten und als sinnvoll erfahren lassen.