

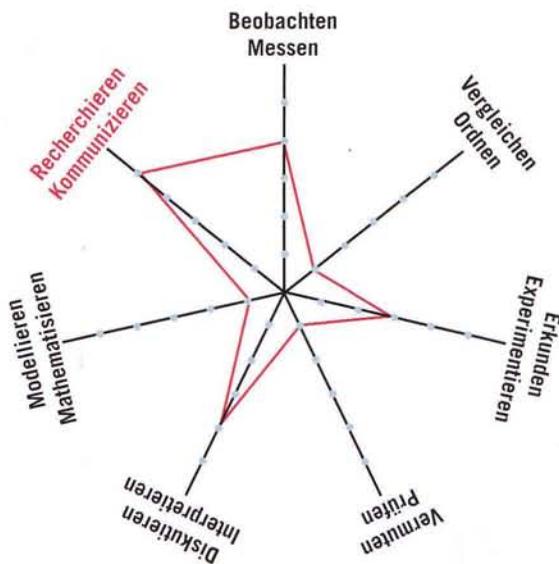


SINUS Naturwissenschaften Hessen

## Lautes Denken

Beim Sprechen die Gedanken klären

Wie wir längst wissen, reicht es kaum jemals aus, eine fertige Theorie über den (Schul-)Tisch zu schieben. Es bedarf der aktiven Aneignung, und die Gedanken klären sich am besten in einer Wechselwirkung zwischen praktischem Tun, Denken und Sprechen mit einem Partner. Das „Laute Denken“ kann dabei eine Hilfe sein bei der Formulierung von Vorstellungen und Konzepten, die Phänomene und Sachverhalte in den Kategorien der Naturwissenschaften abbilden.



### Materialien für praktische Arbeiten

- ▶ Petrischale
- ▶ Leitungswasser
- ▶ Reagenzien je nach Beispiel, z. B. Silbernitrat

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 Schüler zunächst in ihrem eigenen Denken Strukturen gebildet haben, mittels derer ein Sachverhalt rekonstruiert werden kann. Dabei kann das Laute Denken eine Hilfestellung sein.

Die Methode stammt aus psychologischen Test-situationen. Sie ist nicht neu, in der schulischen Praxis aber so gut wie unbekannt. Während des SINUS-Modellversuchs wurde sie in Hessen als Analyse-Instrument im naturwissenschaftlichen Unterricht eingesetzt. Untersucht werden sollte die Fähigkeit von Schülern der Jahrgangsstufen 8 bis 10, chemische Vorgänge mittels eines einfachen Teilchenmodells zu interpretieren (Stäudel 2000).

Später wurde die Methode dann von mehreren Lehrkräften in den Modellversuchsschulen im Unterricht verwendet, und zwar für die Arbeit in Zweier- und Dreiergruppen.

Der Ansatz, die Methode des Lauten Denkens im Unterricht zu verwenden, stützt sich auf zwei Grundgedanken:

- Zum einen kritisiert die Baumert-Expertise bei der Bewertung der TIMSS-Befunde insgesamt die relative Sprachlosigkeit des naturwissenschaftlichen (und des mathematischen) Unterrichts.
- Zum anderen ist das Sprechen Voraussetzung für die Herausbildung von Begriffen, die sowohl in der alltäglichen Erfahrung wie in der wissenschaftlichen Systematik verankert sind (Gerdes/Stäudel 2000).

### Sprechen heißt Gedanken klären

Dass die Aneignung der Fachsprache und das Denken in (fach-)wissenschaftlichen Begriffen Zeit – sehr viel Zeit – zur Entwicklung benötigen, ist eine längst bekannte Tatsache und wird dennoch im Unterricht oft missachtet.

Schon Arendt (1868) plädierte für eine theoriegeleitete praktische Auseinandersetzung mit dem Gegenstand und eine allmähliche Annäherung an eine naturwissenschaftliche Interpretation der Phänomene. Wie recht Arendt auch heute noch hat, zeigt der Auszug aus einem Schülerdialog, der sich auf die Beobachtung eines mehr oder weniger alltäglichen Phänomens bezieht: die Auflösung von Kochsalz in Wasser. Ausgangspunkt ist eine Lehrerfrage.

- L:** Wenn ich ein bisschen Kochsalz in Wasser gebe, was passiert dann? Wenn sich so ein Salz auflöst, wo ist das denn?
- B:** Da ist kein Salz mehr.
- A:** Aber man kann es doch schmecken, dass da Salz drin ist. (...) Vielleicht sieht man das nur nicht, also man muss da vielleicht genau hingucken, ob da Salz drin ist, oder nicht?
- A:** Wenn man z. B. Suppe kocht, dann sieht man das Salz auch nicht mehr, aber man schmeckt es. Vielleicht ist es ja genauso hier?! Also das hat sich richtig aufgelöst und wenn wir probieren, dann schmeckt es ja salzig. Obwohl da kein Salz mehr drin ist. Also solche Stücke sind nicht mehr da. Aber dieser Geschmack ist da.

Es „ist kein Salz mehr da“, aber die Qualität „salzig“ ist auf das Wasser übergegangen. Eine solche Deutung könnte unmittelbar von Aristoteles stammen, der sich „die vier Elemente Feuer, Wasser, Luft und Erde“ aus den Eigenschaftspaaren „trocken und nass“ sowie „heiß und kalt“ konstituiert vorstellte. Dieses Bild von der Materie, das keine Teilchen kennt, sondern die Stoffe als Kontinuum betrachtet, ist bei 14- bis 15-jährigen (und den meisten Erwachsenen) fast durchgängig zu finden. Und ein spontaner „Quantensprung“ hin zur Interpretation mittels der Teilchenvorstellung ist durch bloßes Beobachten und drüber Reden sicher nicht zu erwarten.

Die Konfrontation mit Widersprüchen alleine, im Sinne von kognitiver Dissonanz, reicht also nicht aus, um einen gedanklichen Sprung bei den Schülern zu bewirken, zu dem die Menschheit mehr als 2000 Jahre gebraucht hat. Dennoch zeigen die mitprotokollierten Sätze beim Salz-Auflösen bereits den Ansatz für den nächsten Schritt. Der Schüler präzisiert: „Also solche Stücke (Salz) sind nicht mehr da.“

Tatsächlich ist praktisch durchgängig zu beobachten, dass Jugendliche (wie auch Erwachsene beliebigen Alters), konfrontiert mit neuen Phänomenen, zuerst einmal versuchen, diese mit früheren Erfahrungen zu deuten und mit vorhandenen (Alltags-)Begriffen zu ordnen, zu deuten, zu beschreiben. Solange aber keine Notwendigkeit besteht, das Ergebnis dieses Beschreibens und Deutens zu verbalisieren oder gar zu verschriftlichen, bleibt es oft im Vagen und verschwindet nach kurzer Zeit wieder aus den Gedanken.

Das „Laute Denken“ – als methodisches Unterrichtselement – setzt genau an dieser Stelle an und fordert heraus zum konkreten Formulieren mit all seinen Problemen.

### Methodisches Vorgehen

In der ersten Phase können die Lernenden im Zusammenhang mit Phänomenen schlicht aufgefordert werden, gemeinsam zu beobachten und alles auszusprechen, was ihnen dabei in den Sinn kommt. Das Beispiel im **Kasten** (nach Minssen u. a. 1989) zeigt dabei anschaulich, wie sich zunächst konkrete Beschreibungen und erste fachliche Interpretationen vermischen. Erwartet werden kann hier nach einer etwa 10-minütigen Beobachtungsphase ein hoher Aufmerksamkeitspegel für das auswertende gemeinsame Unterrichtsgespräch,

## Wider das Missverständnis von der Exaktheit

Möglicherweise rührt es vom Begriff „exakte Naturwissenschaften“ her, dass Chemie- und Physikunterricht besonders sprachlos sind. Der wirkende Mechanismus ist denkbar einfach und lässt sich bei vielen Hospitationen entdecken: Schüler, soweit sie ihre Gedanken auf eine Lehrerfrage hin kundtun, werden umgehend von der Lehrkraft verbessert, ja bisweilen sogar zurechtgewiesen, wenn die von ihnen verwendeten Fachwörter nicht der fachlichen Nomenklatur entsprechen. Manch ein Schüler und besonders manch eine Schülerin möchten eine solche verbale Abstrafung dann doch lieber vermeiden und ist lieber still. Am Ende geraten die dann nur angelernten Fachwörter wie „Ion“, „Nichtmetall“ oder „Red-Ox-Reaktion“ schnell wieder in Vergessenheit, weil keine Zeit war, sie im Bewusstsein mit den vorfindlichen Begriffen zu verknüpfen.

## Beispiel: Reaktionen in der Petrischale

Zwei Schüler sitzen an einem Tisch und betrachten, wie sich in einer Petrischale wie 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 gegenüber liegenden Rändern jeweils eine Spatelspitze zweier weißer Salze hinein gegeben.



**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).



weil alle Schüler ihre je eigenen Wahrnehmungen einbringen wollen.

Zur Vorbereitung der zweiten Phase, 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 sollte zusammengefasst werden, was bisher bereits über den Aufbau der Materie (je nach Bundesland und Schulform in Klasse 7 oder 8) 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 Schüler werden dann aufgefordert, den Versuch erneut anzusetzen und durchzuführen. Bei Austausch ihrer Gedanken – man kann den Begriff „Lautes Denken“ ruhig verwenden – sollen sie dieses Mal jedoch versuchen, das, was sie über Teilchen bereits wissen, in ihre Deutung einfließen zu lassen.

Die Auswertung erfolgt ähnlich wie oben beschrieben.

### Weitere Vorschläge für die Praxis

Für das „Laute Denken“ eignen sich Experimente, die in Petrischalen durchgeführt werden. Eine Sammlung solcher Experimente wurde vor über 10 Jahren vorgeschlagen mit dem Ziel, den gestaltlosen Reagenzien des Labors wieder eine Form zu geben, Phänomene wirken zu lassen und auch um das ästhetische Empfinden der Lernenden stärker anzusprechen (Minssen u. a. 1989). In der Petrischale wird aus dem spontanen Reagieren zweier Partner im Reagenzglas ein zeitlich und räumlich entzerrter Prozess, der viel anregender ist als z. B. das momentane Ausfallen von Silberchlorid im geschüttelten Reagenzglas. Viele Reaktionen, die einen optischen Effekt zeigen, können in ähnlicher Weise dargestellt werden. Für den Anfangsunterricht haben sich – auch unter Sicherheitsgesichtspunkten – folgende Reaktionen bewährt:

- Die Auflösung von einigen Körnchen festem Kaliumpermanganat in (destilliertem) Wasser,

- Das Auflösen von festem Kochsalz oder Zucker in (destilliertem) Wasser,
- Die Reaktion von festem Kochsalz und festem Silbernitrat in destilliertem Wasser, indem man einige Körnchen der Reaktanden an gegenüberliegenden Seiten der Petrischale ins Wasser fallen lässt
- Und schließlich – für Fortgeschrittene – das Auflösen von Silbernitrat in Leitungswasser, wobei sich, je nach Chloridgehalt, ein feiner Schleier von AgCl bildet.

Nicht vergessen werden sollte, dass in vielen anderen Situationen, etwa wenn während einer Gruppenarbeit gemeinsam ein Problem bearbeitet werden soll, ebenfalls Lautes Denken angesagt ist. Der kleine Unterschied zu einem „normalen“ Gespräch in der Kleingruppe wäre dann der, dass es nicht sofort um die Durchsetzung einer guten Idee geht, sondern zuerst darum, möglichst alle, auch die scheinbar nebensächlichen Gedanken und Eindrücke miteinander auszutauschen.

### Literatur

- Arendt, R.: Organisation, Technik und Apparat des Unterrichts in der Chemie an niederen und höheren Lehranstalten. Leipzig 1868, S. 14 f.
- Gerdes, A./Stäudel, L.: Modelle für die stoffliche Welt. Chemie: Drei Befunde – drei Analysen – drei Ansätze. In: Üben und Wiederholen. Friedrich Jahresheft XVIII. 2000, S. 124–127
- Liebig, J. von: Chemische Briefe. Leipzig/Heidelberg 1865, S. 9
- Liebig, J. von: Der Zustand der Chemie in Preußen. In: Annalen der Chemie und Pharmacie 34. Jg, 1840, S. 114
- Minssen, M./Popp, T./Vos, W. de (Hrsg.): Strukturbildende Prozesse bei chemischen Reaktionen und Vorgängen. IPN, Kiel 1989, S. 56/57 und S. 89 f.
- Someren, M.W. van u. a.: The think aloud method. A practical guide to modelling cognitive processes. London 1994
- Stäudel, L.: Die Dinge zum Sprechen bringen. In: Pro Schule 3, 2000, S. 36–39

## **IMPRESSUM**

Reinders Duit/Harald Gropengießer/Lutz Stäudel

### **Naturwissenschaftliches Arbeiten**

Unterricht und Material 5-10

2. Auflage 2007

© Erhard Friedrich Verlag GmbH,  
30926 Seelze-Velber

### **Redaktion**

Dr. Stefanie Krawczyk  
Anne Meyhöfer

### **Realisation**

Beate Franck-Gabay/André Klemm,  
Friedrich Medien-Gestaltung

### **Verlag**

Erhard Friedrich Verlag GmbH  
Im Brande 17, 30926 Seelze-Velber

### **Druck**

Jütte-Messedruck Leipzig GmbH, Printed in Germany

### **Vertrieb**

Friedrich Leserservice  
Postfach 10 01 50, D-30917 Seelze  
Telefon 0511/40 00 4-0  
Telefax 0511/40 00 4-219  
leserservice@friedrich-verlag.de

**Bestell-Nr. 92366**

Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.  
Die als Material bezeichneten Unterrichtsmittel dürfen bis zur  
Klassen- bzw. Kursstärke vervielfältigt werden.

**Besuchen Sie uns im Internet unter [www.friedrichonline.de](http://www.friedrichonline.de)**

# Inhalt

REINDERS DUIT, HARALD GROPEGIEBER, LUTZ STÄUDEL

## Naturwissenschaftliches Arbeiten

Eine Einführung

4

LUTZ STÄUDEL

## Die Spinnennetz-Methode

Analyse naturwissenschaftlicher Arbeitsformen im Unterricht

9

## 1. BEOBACHTEN UND MESSEN \_\_\_\_\_ 10

JÖRG ZABEL

### Was tut das Tier?

Beobachten und Deuten lernen anhand von Verhaltensprotokollen

Biologie ab Klasse 7

12

ELKE PETER

### Der Öfläschchen-Versuch

Beobachtungen formulieren und kritisch bewerten

Chemie ab Klasse 8

18

GERMAN HACKER

### 1 Milka – eine vorläufige Einheit der Kraft

Zum Messen in den Naturwissenschaften

Physik ab Klasse 8

24

## 2. VERGLEICHEN UND ORDNEN \_\_\_\_\_ 30

LUTZ STÄUDEL

### Der Gelbe Sack

Vergleichen und Klassifizieren anhand abstrakter Eigenschaften

Chemie ab Klasse 8

32

MARCUS HAMMANN

### Tiere ordnen

Ein Methodentraining zum kriteriengeleiteten Vergleichen

Biologie Klasse 5

38

GUNNAR FRIEGE

### Stromkreise „sortieren“

Vergleichen, Kategorien entwickeln und Ordnen im Physikunterricht

Physik ab Klasse 9

47

## 3. ERKUNDEN UND EXPERIMENTIEREN \_\_\_\_\_ 52

MARTIN STAMME, LUTZ STÄUDEL

### Die Zustandsformen des Wassers

Erfahrungen rekonstruieren durch Experimentieren

Chemie ab Klasse 6

54

ROLF HEROLD, SIEGFRIED BUREK, STEPHAN SPÄTH

### Heimversuche

Gelegenheiten für eigenständiges Experimentieren

Physik ab Klasse 8

60

ELKE PETER

### Was brauchen Kressesamen zum Keimen?

Experimente als Schiedsrichter

Biologie ab Klasse 5

64

## 4. VERMUTEN UND PRÜFEN \_\_\_\_\_ 70

TANJA RIEMEIER

### Alpenveilchen in der Tinte

Vorhersagen prüfen durch Versuche

Biologie ab Klasse 7

72

HARALD GROPENIEBER, DIRK KRÜGER

**Hautatmung beim Menschen**

Einem kleinen Versuch naturwissenschaftlichen Geist einhauchen

Biologie ab Klasse 7

78

GUNNAR FRIEGE, KLAUS MIE

**Elektrische Black-Boxen**

Hypothesen bilden und prüfen

Physik ab Klasse 9

82

## 5. DISKUTIEREN UND INTERPRETIEREN

88

LUTZ STÄUDEL

**Gasentwicklung von Brausetabletten**

Versuchsergebnisse deuten und eine Lösungshypothese entwickeln

Chemie/Biologie  
ab Klasse 9

90

SANDRA FRIEDRICH, WOLFGANG RUPPERT

**Leben aus der Uruppe**

Einen Zeitungsartikel aus naturwissenschaftlicher Perspektive lesen

Chemie/Biologie  
ab Klasse 8

97

MICHAEL KOMOREK, REINDERS DUIT, HELGA STADLER

**Ein chaotisches System erklären**

Von Beobachtungen und Vermutungen zum  
Argumentieren und Interpretieren

Physik ab Klasse 9

100

## 6. MODELLIEREN UND MATHEMATISIEREN

104

JÖRG ZABEL

**Wie funktioniert die Bauchatmung?**

Funktionsmodelle veranschaulichen Prozesse

Biologie ab Klasse 7

106

DOMINIK LEIB

**Die Wanne ist voll, juchhuhu ...**

Von der Analyse eines Funktionsgraphen zur Interpretation

Alle Fächer  
ab Klasse 8

113

LUTZ STÄUDEL

**Wie lässt sich der Grundumsatz des menschlichen Körpers messen?**

Modellierung eines (dynamischen) Systems mit Hilfe  
einer Reaktionsgleichung

Chemie/Biologie  
ab Klasse 9

116

SILKE MIKELSKIS-SEIFERT, ANTJE LEISNER

**Lernen über Teilchenmodelle**

Das Denken in Modellen fördern

Physik ab Klasse 8

122

## 7. RECHERCHIEREN UND KOMMUNIZIEREN

128

JORGE GROB

**Lichtintensität und Pupillenweite**

Wie entsteht aus Messdaten eine aussagefähige Grafik?

Biologie ab Klasse 9

130

SINUS NATURWISSENSCHAFTEN HESSEN

**Lautes Denken**

Beim Sprechen die Gedanken klären

Chemie ab Klasse 7

138

AUSBlick

LUTZ STÄUDEL

**Unterrichtsentwicklung in der Fachgruppe**

Praktische Hinweise für die Fachgruppen-Diskussion

142