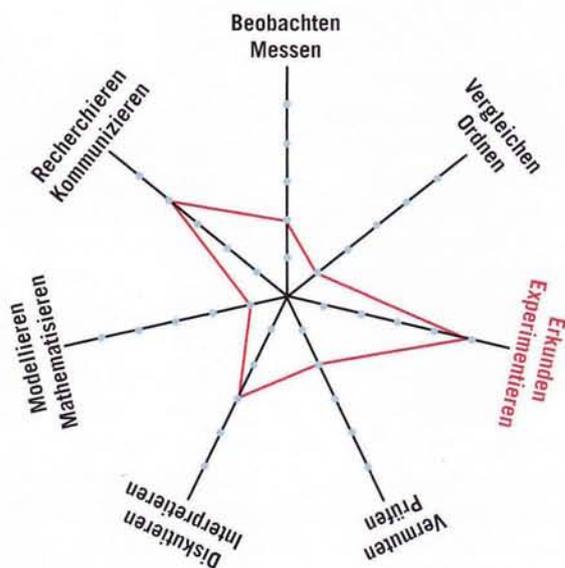


Martin Stamme, Lutz Stäudel

Die Zustandsformen des Wassers

Erfahrungen rekonstruieren durch Experimentieren

Experimente können der Veranschaulichung von naturwissenschaftlichen Sachverhalten dienen. Lässt man Schüler mit dieser Zielrichtung selbst Versuchsanordnungen entwickeln, dann fordert dies von ihnen eine Rekonstruktion vorhandenen Wissens und bereits existierender Erfahrungen. Durch Experimentieren und gemeinsames Reflektieren wird Alltagswissen – im beschriebenen Beispiel zu den Aggregatzuständen von Wasser – auf die gedankliche und begriffliche Ebene des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens transformiert.



Materialien für praktische Arbeiten

- ▶ Wasser und Eiswürfel
- ▶ pro Arbeitsgruppe ein Laborarbeitsplatz mit üblicher Geräteausstattung
- ▶ zusätzlich Alltagsgeräte wie Fön, Kochtopf

Zum Kopieren

- ▶ MATERIAL 1, S. 57 liefert die Grundlage für einen Kärtchentisch, an dem die Schüler ihr Vorwissen über die Zustandsformen des Wassers einbringen und ordnen können.
- ▶ MATERIAL 2, S. 58 kann zum Kennenlernen typischer Laborgeräte eingesetzt werden.
- ▶ MATERIAL 3, S. 59 enthält den Arbeitsauftrag, Versuche zu entwickeln, mit denen man die Übergänge zwischen den Zustandsformen des Wassers sichtbar machen kann.

Die Aggregatzustände und die Übergänge von einer Zustandsform in die nächste sind typische Themen des Anfangsunterrichts im Fach Chemie, manchmal auch des Physikunterrichts. Eine Besonderheit ist dabei, dass diese Thematik in ihren

Einzelphänomenen aus dem Alltag bekannt ist: Eiswürfel schmelzen, Wasser verdampft aus dem Nudeltopf, Wolken kondensieren zu Regentropfen, Pfützen frieren im Winter zu. Dazu kommt, dass der Wasserkreislauf als ein herausragendes

Beispiel bereits vorher im Sachkundeunterricht der Primarstufe behandelt wird. Somit eignet sich dieses Themenfeld ausgesprochen gut für eine vertiefende Bearbeitung, bei der die Schüler ihr Vorwissen einbringen und auf einer neuen Ebene ordnen können.

Die Neuordnung kann z. B. mittels eines Kärtchens erfolgen (vgl. **Material 1**), wobei man durch Auswahl und Abgrenzung der Inhaltselemente die Betrachtung der Vorgänge auf der Teilchenebene mit einbeziehen kann oder auch nicht. Eine andere Methode besteht darin, die Schüler selbst eine experimentelle Anordnung (er-)finden zu lassen, die den in Frage stehenden Sachverhalt praktisch veranschaulicht.

Das Wasser: fest – flüssig – gasförmig

Nach einer Phase des Kennenlernens typischer Laborgeräte (Abbildungen vgl. **Material 2**) erhielten die Schüler den Auftrag, eine Versuchsanordnung zur Darstellung der Phasenübergänge des Wassers zu entwerfen (vgl. **Material 3**).

In den gebildeten Vierer-Gruppen versuchten die Schüler zunächst zu klären, was beim jeweiligen Phasenübergang vor sich geht. Daraus entwickelten sie einzelne Versuchsanordnungen, die aus ihrem Verständnis heraus praktikabel erschienen.

Als Problem stellte sich dabei die Überführung des gasförmigen (verdampften) Wassers zurück in den flüssigen Zustand heraus. Teilweise griffen die Schüler bei ihren Lösungen auf Alltagserfahrungen zurück, z. B. auf den Umstand, dass beim Kochen verdampfendes Wasser oft am Deckel kondensiert, teils versuchten sie, Kenntnisse aus anderen Bereichen für die Laborapparatur nutzbar zu machen. Unter anderem wurde für den Übergang von gasförmig nach fest vorgeschlagen, Wasserdampf mittels eines Föns abzukühlen, ähnlich wie der Wasserdampf in der Atmosphäre durch Abkühlen zu Wolken und dann zu Wassertropfen kondensiert. Im beratenden Gespräch konnte mit der vorschlagenden Gruppe geklärt werden, dass es weniger der Wind als vielmehr die mit der Höhe in der Regel abnehmende Temperatur ist, die die Kondensation bewirkt. Die Gruppe beharrte aber dennoch auf ihrem Vorschlag.

Die Verschriftlichung der gedanklich entwickelten Versuchsanordnungen und der geplanten Handlungsvollzüge stellte für die meisten Schüler ebenfalls eine erhebliche Herausforderung dar,

die sie aber aus der Gruppensituation heraus überwiegend gut meisterten. Schwierig erschien insbesondere die Formulierung von Arbeitsanweisungen. Die mit der Aufgabenstellung zusätzlich formulierte Anforderung, dass die Beschreibung und Darstellung so verständlich und präzise sein sollten, dass sie von anderen Gruppen praktisch umgesetzt werden können, trug zu einer gründlichen Durcharbeitung bei und förderte die Geschlossenheit der Texte.

Das Anfertigen einer Skizze war für die meisten Schüler etwas völlig Neues. Zur Unterstützung konnten sie dabei das Übersichtsblatt mit Laborgeräten benutzen, das sie bereits im vorhergehenden Unterricht erhalten hatten (vgl. **Material 2**).

Ergebnisse der Gruppenarbeiten

Abbildung 1 zeigt ein typisches Ergebnis einer Schülerarbeit: Es wird erkennbar, wie bei der Bewältigung der Aufgabe unmittelbar auf Alltagserfahrungen zurückgegriffen wird. Die Darstellung des Kreislaufs der Phasenübergänge beginnt mit Eiskwürfeln aus dem Kühlschrank, die in einem Kochtopf zunächst geschmolzen werden. Das Wasser wird anschließend weiter erhitzt, bis es „verköcht“ ist. Das verdampfende Wasser will diese Gruppe dann im Deckel wieder auffangen und in ein Becherglas tropfen lassen. Anschließend soll das flüssige Wasser im Eisschrank wieder zu festem Eis gefroren werden.

Bei der späteren Durchführung der Experimente erwies sich diese pragmatische Vorgehensweise übrigens als äußerst günstig: Die Gruppe, die diesen Vorschlag praktisch umsetzte, erhielt das meiste Wasser „zurück“.

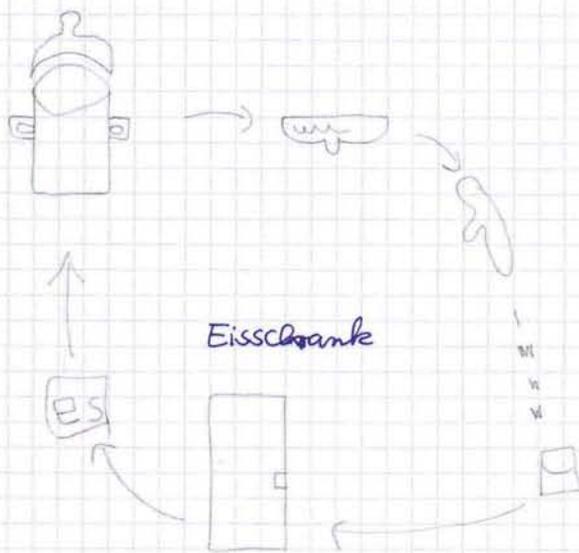
Eine zweite Gruppe verwendete bereits die zuvor kennen gelernten Laborgeräte. Diese Gruppe wollte kleinere Eisstückchen im Reagenzglas schmelzen lassen. Das verdampfende Wasser sollte mit Hilfe eines Kaltluftföns wieder zu flüssigem Wasser kondensieren; die herunterfallenden Wassertropfen sollten in einem anderen Reagenzglas aufgefangen werden. Anschließend wollten die Schüler das Wasser wieder gefrieren lassen.

Die erarbeiteten Vorschläge wurden schließlich in der Klasse präsentiert, eine Gruppe hatte ihren Entwurf sogar auf OH-Folie vorbereitet. Nach Diskussion der Sinnhaftigkeit und der Realisierungsmöglichkeiten wurden einige Vorschläge zum praktischen Ausprobieren freigegeben und in der darauf folgenden Stunde abgearbeitet.

Versuchsbeschreibung

1. Versuch: Man nimmt einen Eisbrocken und legt ihn in ein Topf. Dann müssen wir den Topf mit dem Eis auf den Herd stellen und warten bis es schmelzen tut. Dann warten wir bis es anfängt zu kochen und dann kommt der Deckel drauf um zu gucken, wo das verdampfte Wasser hingehht.

2. Vermutung: Das nennt sich Kondenswasser, und es hängt am Deckel.



Ergebnis einer Schülerarbeit

Reflexionen

Erfahrungen mit dem Aufgabenformat „Experimente entwickeln lassen“ waren immer dann positiv, wenn es um einen Inhaltsbereich ging, der nah an der Alltagserfahrung angesiedelt war oder bei dem es um die Restrukturierung von Wissens-elementen ging. Als weiteres praktikables Beispiel, an

dem Schüler durch eigenständige Versuchsentwicklung ihr naturwissenschaftliches Denken entwickeln können, erwies sich übrigens das Thema Stoffeigenschaften und Stofftrennung mit der Trennung eines Sand-Kies-Gemisches in Salzwasser.

Die ergebnisoffene Aufgabenstellung wurde von den Lernenden durchweg positiv aufgenommen. Bei gleichzeitig klarer Formulierung des Auftrags hatten sie in der Regel keine Schwierigkeiten, das Ziel der Aufgabe zu erfassen.

Mit den konkreten Ergebnissen erhält die Lehrkraft zugleich einen Einblick in die Vorstellungen der Lernenden von der Materie. Diese Information kann ausgesprochen hilfreich sein, wenn etwa im anschließenden Unterricht die Teilchenvorstellung eingeführt und/oder auf die Phasenübergänge angewandt werden sollen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Bögler u. a. (2003), die im bayrischen SINUS-Set der Gymnasien von Schülern technische Verfahren und Schulbuchversuche in eigene Experimentiervorschläge umsetzen ließen.

Literatur

Bögler, K./Fuchs, J./Hertel, A./Roth, H./Kraus, W.: Durcharbeiten. In: Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht Chemie 76/77, 2003, S. 30–32

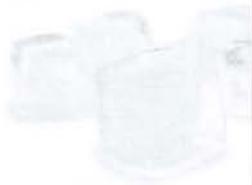
Stäudel, L.: Naturwissenschaftliches Arbeiten. Eine Einführung. In: Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht Chemie 76/77, 2003, S. 4–6

* Die Langfassung dieses Beitrags erschien als hessische SINUS-Publikation: M. Stamme: Versuche planen – Methoden entdecken. In: Blum, W./Fey, S./Huber-Söllner, E./Stäudel, L. (Hrsg.): Gute Unterrichtspraxis. Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Zwei Jahre hessische Modellversuche im BLK-Programm SINUS. Pro Schule (Heft 3/2000), Fulda 2000, S. 40–43

Kärtchentisch „Aggregatzustände des Wassers“

DURCHFÜHRUNG

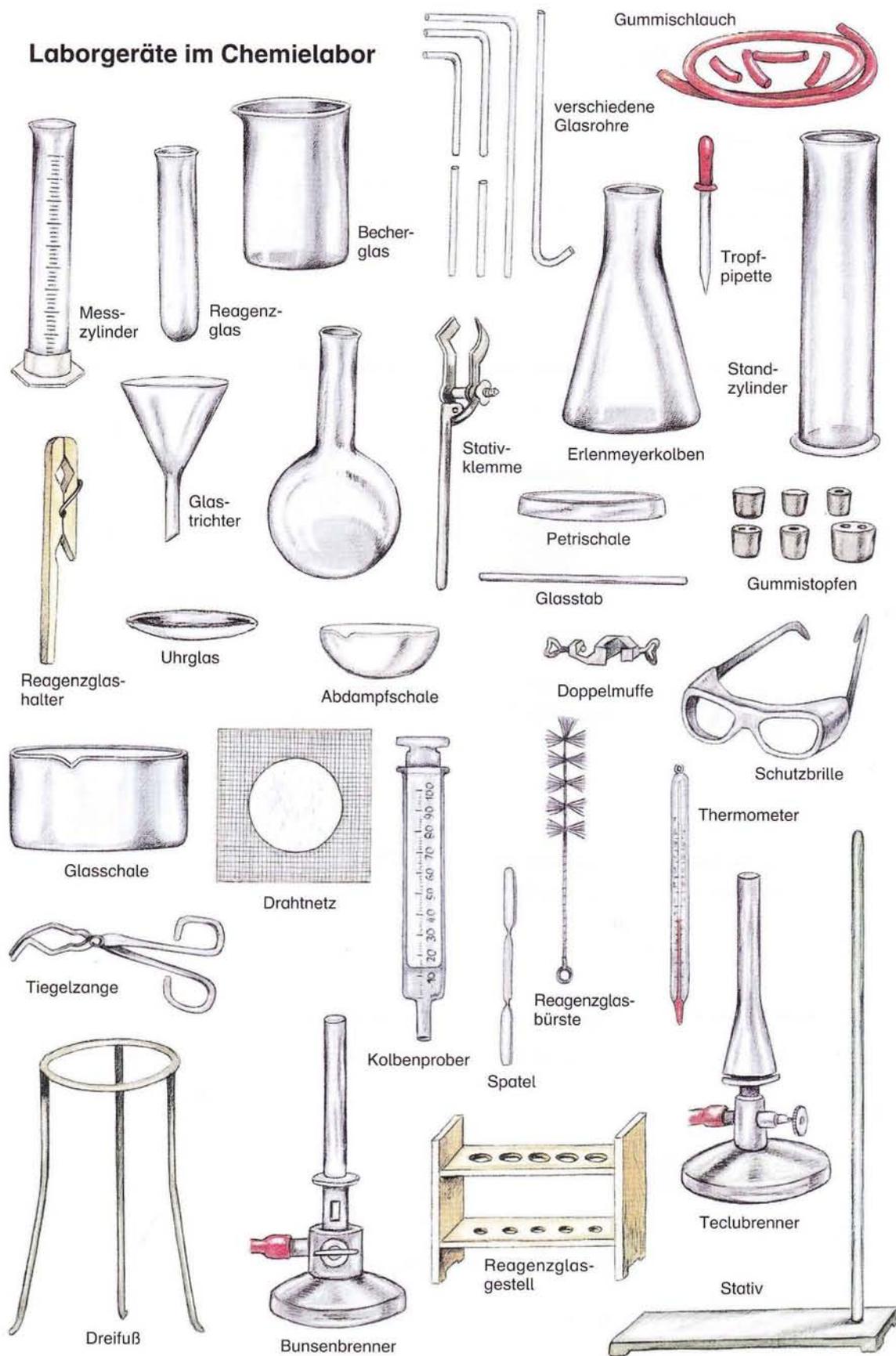
- Kärtchen ausschneiden und auf dem Tisch verteilen.

	fest	flüssig	gasförmig
feste Form	variable Form	keine Form	
		$T < 0\text{ °C}$	$0\text{ °C} < T < 100\text{ °C}$
$T > 100\text{ °C}$	nicht komprimierbar	kaum komprimierbar	komprimierbar
 erwärmen	 erwärmen	 schmelzen	 verdampfen
 abkühlen	 abkühlen	 kondensieren	 erstarren

AUFGABEN

- ▶ Findet zusammengehörige Kärtchengruppen.
- ▶ Bringt anschließend alle Kärtchen in eine sinnvolle Struktur.

Laborgeräte im Chemielabor



Die Zustandsformen (Aggregatzustände) des Wassers

Dass Wasser verschiedene Zustandsformen haben kann, ist euch bekannt:
Es kann fest sein (Eis), flüssig (Wasser) oder auch gasförmig (Wasserdampf).



AUFGABEN

- ▶ Entwerft in eurer Gruppe Versuche, mit denen man die Übergänge zwischen den Zustandsformen des Wassers sichtbar machen kann.

Hilfe: Berücksichtigt dabei, dass die Übergänge auch in der umgekehrten Richtung stattfinden können, also flüssig -> gasförmig; gasförmig -> flüssig.

- ▶ Beschreibt eure Versuchsvorschläge so, dass ein Schüler aus einer anderen Gruppe oder Klasse sie ohne weiteres verstehen und auch durchführen kann.

Hilfe: Fertigt Skizzen zum Ablauf und zum Geräteaufbau an.

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

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 Ursuppe

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, juchuhu ...

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