

SINUS Hessen

## Weißes Pulver

Ein Testverfahren entwickeln

Die Identifizierung von unbekanntem Stoffen anhand ihrer chemischen Eigenschaften ist eine Standardaufgabe im Chemieunterricht. Durch Variation der Aufgabenstellung und der angebotenen Informationen kann diese experimentelle Aufgabe nach dem Baukastenprinzip dem Leistungsstand verschiedener Klassenstufen – vom Anfangsunterricht bis zur Oberstufe – angepasst werden.



Kontext  
Information



Aufforderung  
Frage



Bearbeitungstätigkeit  
Vorgehensweise



Lösung  
Ergebnis

### Aufgabenkommentar

Um ähnlich aussehende Stoffe unterscheiden und identifizieren zu können, müssen die Schülerinnen und Schüler verstanden haben, dass sich jede Substanz durch eine Anzahl eindeutiger, unveränderlicher Eigenschaften auszeichnet. Sie müssen ihr Vorgehen so planen, dass diese Eigenschaften im notwendigen Umfang untersucht werden können. Hier wird gezeigt, wie durch Hinzufügen und Weglassen von Informationen Aufgaben ganz unterschiedlicher Komplexität und Schwierigkeit konstruiert werden können. Entsprechend der jeweiligen Aufgabe sind auch die Unterstützungsteile mit den dazu passenden Hilfen ausgestattet.

Die Aufgabe, eine Anzahl mehrerer ähnlich aussehender weißer Pulver zu identifizieren, ist eine weit verbreitete Experimentalaufgabe. Eine Schwäche dieser Aufgabe ist die bedingte Realitätsnähe, ihre Stärke ist es, die Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus den Bereichen Stoffeigenschaften, typische (Nachweis-)Reaktionen und systematisches experimentelles Vorgehen zu aktivieren, zu systematisieren und auf eine praktische Fragestellung zu fokussieren.

Zugleich hat diese Aufgabe auch für die Lehrkraft einen besonderen Reiz, weil sie unterschiedlich komplex formuliert und somit der Leistungsfähigkeit der jeweiligen Lerngruppe angepasst werden kann. Aus dem gleichen Grund findet diese Aufgabe ihren Platz ebenso im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht (Klassen 5/6, [www.nwa-walldorf.de](http://www.nwa-walldorf.de)) wie im ersten Halbjahr des Fachunterrichts Chemie (Klasse 7 bzw. 8) oder – als Wiederholung – in einem Grundkurs der Oberstufe (Neider 2003).

### Identifizierung weißer Pulver: die Varianten

Ausgangspunkt für die Aufgabe ist eine Geschichte (**Kasten 1**). Für die Identifikation von unbekanntem, weißen Stoffen anhand ihrer charakteristischen Stoffeigenschaften (bzw. deren Kombination) (**Material 1**) können verschiedene Niveaus und Schwierigkeitsgrade gestellt und gelöst werden:

## Ein Aufgaben-Baukasten

**A1: Glücklicherweise hast du beschriftete Vorratspackungen gefunden: Mehl, Zucker, Salz, Backpulver, Natron, Hirschhornsalz, Soda und Zitronensäure.**

### Aufgabe

- ▶ Finde heraus, um welche Stoffe es sich handelt! Überlege dir, wie du die unbekanntesten Stoffe eindeutig den bekannten Bezeichnungen auf den Vorratspackungen zuordnen kannst.

Wenn du dich mit deiner Gruppe auf einen Untersuchungsplan geeinigt hast, holt ihr vom Lehrerpult acht bekannte und beschriftete Stoffproben sowie die acht unbekanntesten Stoffe und beginnt mit der Untersuchung.

### A1a:

#### Aufgabe

- ▶ Du sollst herausfinden, um welche Stoffe es sich jeweils handelt!

#### Hilfen

- ▶ Glücklicherweise hast du beschriftete Vorratspackungen gefunden: Mehl, Zucker, Salz, Backpulver und Zitronensäure.
- ▶ Du kannst jetzt als erstes die bekannten Stoffe aus den Vorratspackungen untersuchen. Am Lehrerpult holst du fünf unbekannteste Stoffproben ab.
- ▶ Was du über ihre Eigenschaften herausfindest, trägst in die obere Tabelle auf deinem Arbeitsblatt ein.
- ▶ Wenn die Tabelle vollständig ausgefüllt ist, holst du unbekannteste Stoffproben. Du untersuchst sie auf die gleiche Weise und trägst die Ergebnisse in die untere Tabelle auf deinem Arbeitsblatt ein.
- ▶ Vergleiche die Untersuchungsergebnisse. Entscheide jetzt, welcher Stoff welcher ist!

**A2: Dein Vater ist sich ziemlich sicher, dass deine Tante die folgenden Stoffe in die Schütten eingefüllt hatte: Mehl, Zucker, Salz, Backpulver, Natron, Hirschhornsalz, Soda und Zitronensäure. Aber welcher ist welcher?**

### Aufgabe

- ▶ Finde heraus, um welche Stoffe es sich jeweils handelt! Stelle dazu eine Tabelle mit Eigenschaften der verschiedenen Stoffe zusammen und schreibe auf, wie du diese Eigenschaften praktisch überprüfen kannst.

Wenn du dich mit deiner Gruppe auf einen Untersuchungsplan geeinigt hast, holt ihr vom Lehrerpult die acht unbekanntesten Stoffe und beginnt mit der Untersuchung.

### A3:

#### Aufgabe

- ▶ Finde heraus, um welche Stoffe es sich jeweils handelt! Überlege zuerst, welche weißen Substanzen in der Küche vorkommen können, welche Eigenschaften sie haben und wie du diese Eigenschaften untersuchen kannst.

Wenn du dich mit deiner Gruppe auf einen Untersuchungsplan geeinigt hast, holt ihr vom Lehrerpult die acht unbekanntesten Stoffe und beginnt mit der Untersuchung.

**A4:** Glücklicherweise hast du unten im Küchenschrank beschriftete Vorratspackungen gefunden, und zwar mit Mehl, Zucker, Salz, Backpulver, Natron, Hirschhornsalz, Soda und Zitronensäure.

#### Aufgabe

- ▶ Stelle einen Untersuchungsplan auf, mit dessen Hilfe du mit einer möglichst kleinen Zahl von Versuchen herausfinden kannst, um welche Stoffe es sich jeweils handelt.

#### Hilfen

- ▶ Lege zuvor eine Tabelle an, in die du die Stoffe, ihre wichtigsten Eigenschaften und die Möglichkeiten zu deren Überprüfung einträgst.
- ▶ Gib für jeden Stoff eine zweite Möglichkeit an, um seine Identität festzustellen.

▶ **A1:** Eine relativ einfache Aufgabe stellt die **Identifizierung der Stoffe durch Vergleich** mit bekannten Substanzen dar. Wenn Mehl, Zucker, Salz, Backpulver, Natron, Hirschhornsalz, Soda und Zitronensäure in beschrifteten Vorratsgefäßen bereitgestellt werden, können sich die Schülerinnen und Schüler je kleine Mengen für Vergleichsuntersuchungen abfüllen und ihre Vermutungen überprüfen.

▶ **A1a:** Im Anfangsunterricht kann die Aufgabe weiter strukturiert werden. Im ersten Schritt untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Eigenschaften der bekannten Stoffe anhand einer Tabelle systematisch und führen anschließend die gleichen Untersuchungen mit den unbekanntem Proben durch (**Material 2**). Eine weitere Vereinfachung ergibt sich aus der Reduzierung der Zahl der Stoffe. So kann eine Unterscheidung mittels Lösungsverhalten und Verhalten beim Erhitzen erfolgen und eine sichere Identifizierung stattfinden.

▶ **A2:** Schwieriger ist die Identifikation von sieben weißen Stoffen, wenn nur bekannt ist, um **welche Substanzen** es sich handelt. Je nach Leistungsfähigkeit der Lerngruppe kann die Aufgabe durch weitere Hilfen (**Material 3**) ergänzt werden. Alternativ kann man das Herausfinden

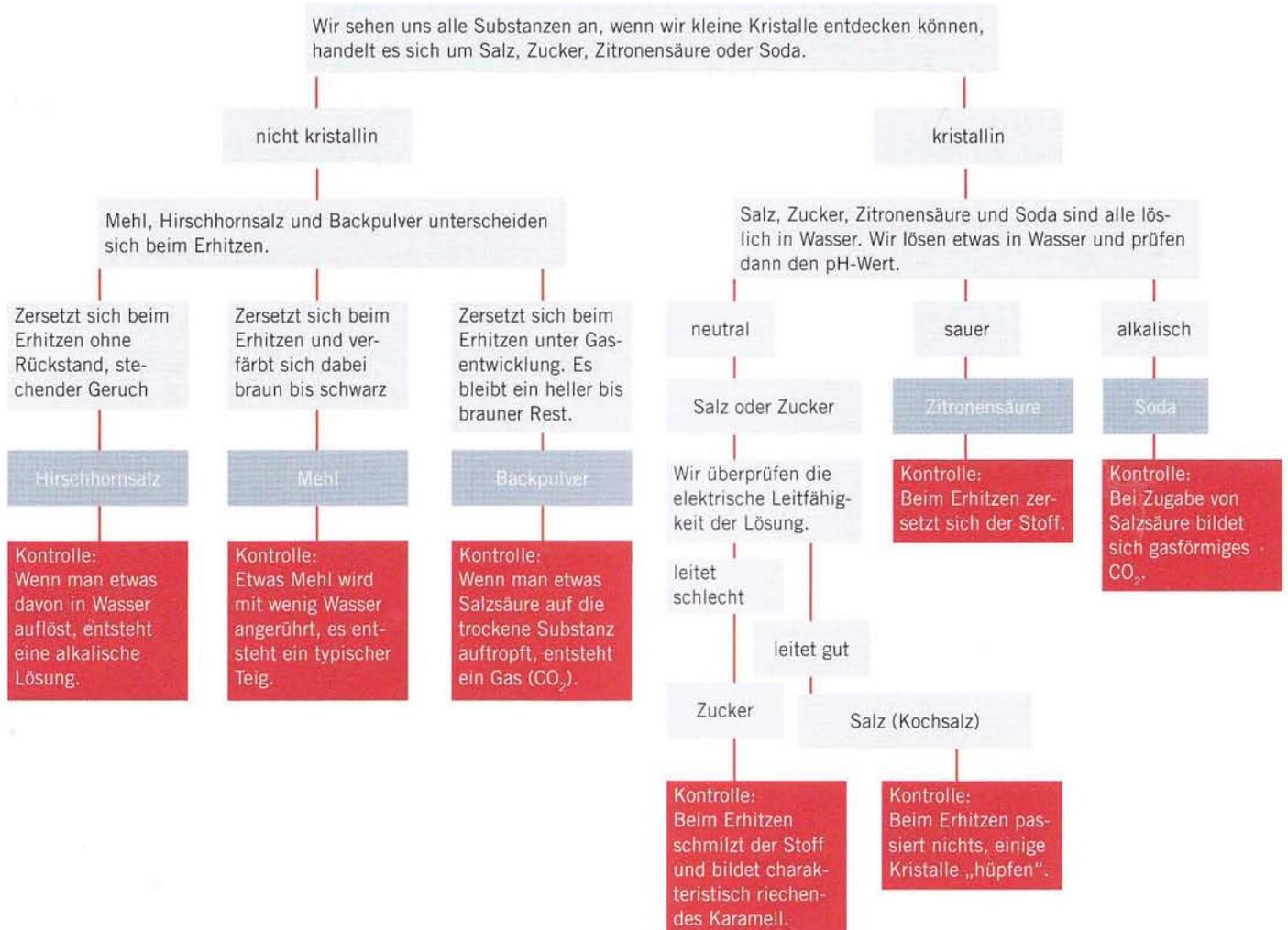
der Eigenschaften ganz der Gruppe überlassen. Die Zuordnung und Identifizierung erfolgt auf Basis der recherchierten Stoffeigenschaften oder durch Vergleich mit bekannten Stoffen (vgl. **A1**).

▶ **A3:** Die höchsten Anforderungen stellt die Aufgabe dann, wenn **gar nicht bekannt ist, um welche Stoffe es sich handelt**. Im ersten Schritt werden die Lernenden aufgefordert, begründete Vermutungen darüber anzustellen, welche weißen Substanzen man antreffen könnte; anschließend muss ein Versuchsplan aufgestellt werden.

▶ **A4:** Eine Variante, die das systematische naturwissenschaftliche Arbeiten ins Zentrum stellt, besteht darin, dass die Schülerinnen und Schüler einen Plan aufstellen sollen, um mit möglichst wenigen Untersuchungsschritten die Identität der weißen Pulver (bei bekannter Zusammenstellung) festzustellen (**Abbildung 1**).

Auf jeder Schwierigkeitsstufe können zusätzliche Hilfen gegeben oder weggelassen werden. So können die Schülerinnen und Schüler z. B. aufgefordert werden,

- zu jedem in Frage kommenden Stoff dazuschreiben, worum es sich dabei im chemischen Sinn handelt,



### 1: Untersuchungsplan zur Identifizierung „Weiße Pulver“ (Ergebnis einer 9. Realschulklasse)

- aufzuschreiben, welche Eigenschaften diese Stoffe haben,
- eine Tabelle zu entwickeln, in die die Stoffe und die Befunde zu ihren Eigenschaften eingetragen werden können,
- eine Vorgehensweise/Untersuchungsstrategie zu entwickeln, die zeitsparend zum Ziel führt,
- bei unbekannter Stoffzusammensetzung zu raten, zunächst eine Liste mit haushaltsüblichen (weißen) Stoffen aufzustellen. Alternativ kann auch eine Liste mit einer Überzahl weißer Stoffe ausgegeben werden.

Eine Übersicht über die Experimente zur Identifizierung der „Weißen Pulver“ sind in **Kasten 2** zusammengestellt. Geschmackstests sind verboten bzw. erst erlaubt, wenn das Ergebnis von der Lehrkraft überprüft worden ist.

Interessanter wird die Aufgabe, wenn unter den unbekanntem Pulvern auch „giftige“ zu finden sind, z. B. stark alkalische Rohrreiniger. Allerdings muss dann ein anderer Kontext erfunden werden.

#### Literatur

- Neider, L.: Anfangen – aber wie? Chemieanfängsunterricht in Klasse 11. In: UC 76/77, 2003, S. 35–36.  
 Pfeifer, P./Reichelt, R.: H<sub>2</sub>O&Co – Anorganische Chemie. München 2002, S. 12–13, S. 155 ff.  
 Sommer, K.: Blindproben. Ein unverzichtbarer Schritt auf dem Weg zur Klarheit. In: UC 76/77, 2003, S. 49–51.

Wir danken den beteiligten Lehrkräften verschiedener nordhessischer SINUS-Schulen für die Übermittlung ihrer Erfahrungen mit der „Weiße-Pulver-Aufgabe“.

## Tante Marias Küchenschrank

Weil sie sich nicht mehr selbst versorgen konnte, musste Tante Maria kurzfristig in ein Pflegeheim. Ihre Wohnung muss nun aufgelöst werden und du hilfst deinem Vater beim Ausräumen. In der Küche steht ein herrlicher alter Küchenschrank mit einer großen Zahl von Schütten aus Glas. Dein Vater erklärt dir, dass man so früher die wichtigsten Nahrungsmittel aufgehoben hat, z. B. Mehl, Salz oder Reis. Jetzt habt ihr das Problem, dass die Schütten nicht beschriftet sind. Manches ist gut zu erkennen, z. B. der Reis und die Nudeln. Aber welche Stoffe befinden sich in den anderen Schütten? Sie sind alle weiß und pulvrig bis kristallin.

### Material 2

#### Welcher Stoff ist in welcher Schütte?

Stoff	Mehl	Zucker	Salz	Backpulver	Zitronensäure
Verändert sich die Farbe beim Erwärmen?					
Schmilzt der Stoff beim Erwärmen?					
Löst sich der Stoff in Wasser?					
Bilden sich nach beim Eindampfen Kristalle?					

Stoff	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
Verändert sich die Farbe beim Erwärmen?					
Schmilzt der Stoff beim Erwärmen?					
Löst sich der Stoff in Wasser?					
Bilden sich nach beim Eindampfen Kristalle?					
Der Stoff heißt:					

## Experimentell überprüfbare Eigenschaften

### Aussehen

Salz, Zucker, Zitronensäure und Natron sind meist kristallin und bereits mit dem Auge oder mit einer Lupe erkennbar. Mehl erscheint dem Auge dagegen amorph.

### Geruch

Bei Zimmertemperatur sind fast alle Stoffe mehr oder weniger geruchlos. Nur Hirschhornsalz riecht stechend nach Ammoniak, bedingt durch partielle Zersetzung an feuchter Luft. Auch beim trockenen Erhitzen im Reagenzglas kann der Geruch mit fächernder Hand geprüft werden.

### Löslichkeit in Wasser

Je nach Stoff reicht hier das Lösen in kaltem Wasser, unterstützt durch leichtes Schütteln. Um den Lösungsvorgang zu beschleunigen, kann die Lösung im Reagenzglas über der leuchtenden Brennerflamme (oder der Sparflamme) erhitzt werden. (**Sicherheitshinweise:** Schutzbrille, Öffnung nicht in Richtung anderer Personen halten, leicht schütteln, um Siedeverzüge zu vermeiden.)

### pH-Wert

Im Anschluss an die Löseversuche kann der pH-Wert der Lösung geprüft werden. Dazu wird Universalindikatorpapier oder selbst hergestellter Rotkraut-Saft-Indikator (Pfeifer/Reichelt 2002) verwendet.

### Verhalten beim trockenen Erhitzen

**Zucker** schmilzt und karamellisiert. Dabei sind Farbe und begleitender Geruch charakteristisch. (**Sicherheitshinweis:** Geschmolzener Zucker ist sehr heiß, Spritzer auf der Haut führen zu schmerzhaften Verbrennungen.) **Salzkristalle** beginnen, beim trockenen Erhitzen zu springen, weil Reste eingeschlossener Mutterlauge verdampfen und die Kristalle sprengen. **Mehl** zersetzt sich unter Braunfärbung. **Zitronensäure** schmilzt erst und zersetzt sich bei höherer Temperatur. **Hirschhornsalz** zersetzt sich erst langsam, dann schneller und praktisch rückstandslos in  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ .

### Weitere Untersuchungsmöglichkeiten

- Wie verhalten sich die Stoffe beim direkten Kontakt mit der Flamme? Lassen sie sich entzünden? Brennen sie alleine weiter? Gibt es eine charakteristische Flammenfärbung? (Sommer 2003)
- Wie gut leitet eine Lösung (fraglicher Stoff in Wasser) den elektrischen Strom?
- Wie reagiert der Stoff in fester Form mit Salzsäure? Wie reagiert eine wässrige Lösung des Stoffs mit Salzsäure?
- Untersuchungen für fortgeschrittene Gruppen: Welches Ergebnis hat die Fehling-Probe?

**Backpulver**

... besteht aus einem Salz der Kohlensäure und einem Säuerungsmittel. Beim Erhitzen reagieren beide Stoffe und setzen  $\text{CO}_2$  frei. Übliche Backpulver bestehen aus Natriumhydrogencarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) und Dinatriumdiphosphat, Weinsäure oder Zitronensäure. Backpulver löst sich nur langsam in Wasser. Die Lösung ist schwach sauer und leitet elektrischen Strom. Beim Erhitzen der Lösung entsteht gasförmiges  $\text{CO}_2$ .

**Hirschhornsalz**

... besteht überwiegend aus Ammoniumhydrogencarbonat ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ). Es wird als Backtriebmittel in der Weihnachtsbäckerei verwendet. In Wasser löst es sich gut ( $> 170 \text{ g/l}$ ), die Lösung ist alkalisch. Hirschhornsalz schmilzt unter Zersetzung bei  $106 \text{ }^\circ\text{C}$ . An feuchter Luft riecht es stechend nach Ammoniak.

**Kochsalz**

... hat die chemische Formel  $\text{NaCl}$ . Es kristallisiert in kleinen Würfeln und Oktaedern. Kochsalz löst sich gut in Wasser ( $> 350 \text{ g/l}$ ). Die wässrige Lösung ist neutral und gut elektrisch leitend. Kochsalz schmilzt erst bei  $801 \text{ }^\circ\text{C}$ . Beim Erhitzen „springen“ die Kristalle, da eingeschlossene Wasserreste verdampfen.

**Mehl**

... besteht überwiegend aus Kohlenhydraten (Stärke). Es enthält je nach Ausmahlungsgrad mehr oder weniger Mineralstoffe, Vitamine, unverdauliche Ballaststoffe sowie Wasser. Mehl zersetzt sich beim starken trockenen Erhitzen. In Wasser löst es sich nur wenig.

**Soda**

... ist chemisch betrachtet Natriumcarbonat. Es enthält entsprechend seiner Formel  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$  viel Kristallwasser. Soda kristallisiert in eisartigen Formen und schmilzt bei  $32 \text{ }^\circ\text{C}$ . Es löst sich gut in Wasser ( $200\text{--}400 \text{ g/l}$  je nach Temperatur), die Lösung ist stark alkalisch. Gibt man eine Säure zu der Lösung, dann bilden sich schnell große Mengen  $\text{CO}_2$ , die Lösung schäumt auf.

**Zitronensäure**

... hat die chemische Formel  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Es bildet rhombische Kristalle. Die Zitronensäure wurde als mildes Säuerungsmittel und als Reinigungsmittel benutzt. Sie löst sich sehr gut in Wasser ( $> 770 \text{ g/l}$ ) und bildet als organische Säure eine schwach saure, elektrisch leitende Lösung. Beim Erhitzen schmilzt sie unter Zersetzung oberhalb  $153 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Zucker**

... ist im Haushalt normalerweise Saccharose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) und wird auch Kristallzucker genannt. Er kristallisiert in verschiedenen Formen. Saccharose löst sich sehr gut in Wasser ( $2000 \text{ g/l}$ ). Die Lösung ist neutral und leitet den Strom nicht. Beim Erhitzen schmilzt der Haushaltszucker  $> 185 \text{ }^\circ\text{C}$  und bildet beim weiteren Erhitzen unter Zersetzung Karamell.

Hrsg.  
Harald Gropengießer  
Dietmar Höttecke  
Telsche Nielsen  
Lutz Stäudel

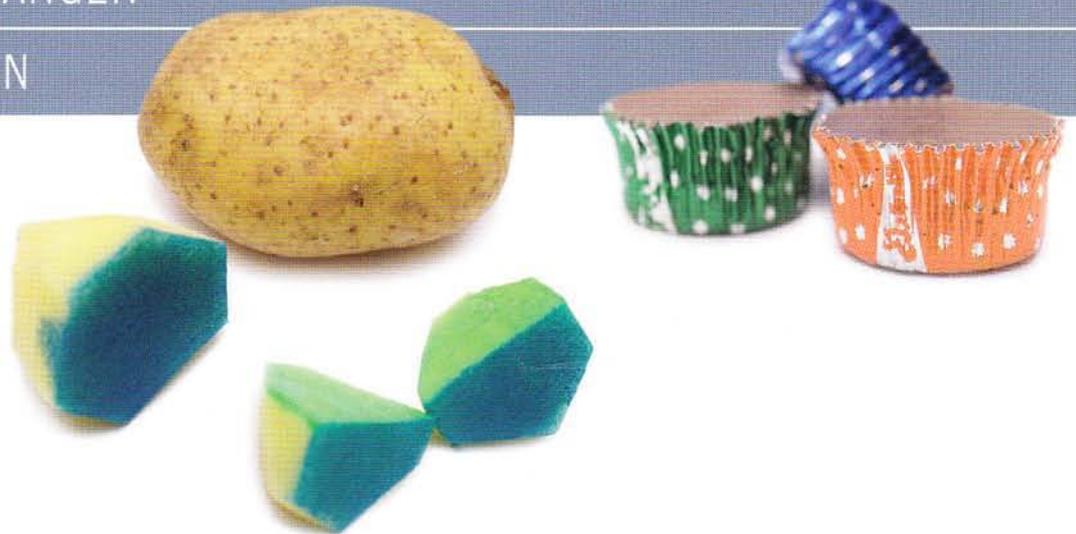


ORIENTIERUNG GEWINNEN

WISSEN ERARBEITEN

SICHERHEIT ERLANGEN

PROBLEME LÖSEN



# Mit Aufgaben lernen

UNTERRICHT UND MATERIAL 5-10

## **IMPRESSUM**

Harald Gropengießer, Dietmar Höttecke, Telsche Nielsen, Lutz Stäudel

### **Mit Aufgaben lernen**

Unterricht und Material 5–10

1. Auflage 2006

© Erhard Friedrich Verlag GmbH,  
30926 Seelze

### **Redaktion**

Stefanie Krawczyk

### **Realisation**

Sabine Duffens  
Friedrich Medien-Gestaltung

### **Verlag**

Erhard Friedrich Verlag GmbH  
Im Brande 17, 30926 Seelze

### **Druck**

Jütte-Messedruck Leipzig GmbH, Printed in Germany

### **Vertrieb**

Friedrich Leserservice  
Postfach 10 01 50, 30926 Seelze  
Telefon 0511/40 00 4-150  
Telefax 0511/40 00 4-170  
leserservice@friedrich-verlag.de

### **Bestell-Nr. 62126**

Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.

Die als Material bezeichneten Unterrichtsmittel dürfen bis zu Klassen- bzw. Kursstärke vervielfältigt werden.

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

# Inhalt

**HARALD GROPENGIESSER**

**Mit Aufgaben lernen**

Eine Einführung

**4**

## 1. ORIENTIERUNG GEWINNEN

---

**12**

**PETRA HOPPE**

**Wer ist der Täter?**

Naturwissenschaftliche Fragen definieren

Biologie/Chemie/  
Physik 6.–9. Klasse

**14**

**DIETMAR HÖTTECKE**

**Mir geht ein Licht auf**

Naturwissenschaft und Technik im Alltag erkennen

Physik 3.–10. Klasse

**18**

**DIETMAR HÖTTECKE**

**Eine anziehende Wirkung**

Phänomene ordnen – Phänomengrenzen erkennen

Physik 5.–9. Klasse

**22**

**LUTZ STÄUDEL**

**Ein Blick durch die chemische Brille**

Orientierung gewinnen in einem neuen Feld

Chemie ab Klasse 5

**26**

**SINUS Hessen**

**Mineralwasser ist gesund?!**

Informationen kritisch prüfen

Chemie 7.–9. Klasse

**30**

## 2. WISSEN ERARBEITEN

---

**34**

**TANJA RIEMEIER**

**Grenzflächenvergrößerung**

Naturwissenschaftliche Prinzipien zum Erklären nutzen

Biologie 8.–10. Klasse

**36**

**TANJA RIEMEIER**

**Zerkleinert und doch größer**

Ein naturwissenschaftliches Prinzip erfahren

Biologie 6.–10. Klasse

**41**

**GUNTHER SACK**

**Die Ursache einer rätselhaften Krankheit**

Empirische Belege zur Entscheidung nutzen

Biologie ab Klasse 9

**44**

**TELSCHKE NIELSEN**

**Die Balance des Geldes**

Eine Gesetzmäßigkeit formulieren

Physik 7.–10. Klasse

**48**

**DIETMAR HÖTTECKE**

**Technik, die begeistert!**

Struktur-Funktions-Beziehungen erkennen

Physik 9.–10. Klasse

**51**

**LUTZ STÄUDEL**

**Die Spannungsreihe der Metalle**

Ordnungssysteme (re-)konstruieren

Chemie 9.–10. Klasse

**56**

**LUTZ STÄUDEL, GUDRUN FRANKE-BRAUN, SIBYLLE HESSE**

**Wasser marsch!**

Naturwissenschaftliches Wissen verknüpfen

Chemie 8.–9. Klasse

**61**

### 3. SICHERHEIT ERLANGEN 66

**ULRIKE ANGERSBACH UND JORGE GROSS**

**Auf den Puls gefühlt**

Experimentelle Ergebnisse präsentieren

Biologie 9. Klasse **68**

**JÖRG ZABEL**

**Die unsichtbare Abwehr**

Wissen narrativ und naturwissenschaftlich darstellen

Biologie 9.–10. Klasse **74**

**TELSCHKE NIELSEN**

**Auf die Plätze, fertig, los!**

Darstellungsebenen wechseln

Physik 7.–8. Klasse **81**

**DIETMAR HÖTTECKE**

**Vom Messen in Maßen**

Den Umgang mit der Fachsprache trainieren

Physik 9.–10. Klasse **86**

**DIETMAR HÖTTECKE UND FREDERIK HEISE**

**Die Raketen-Start-Maschine**

Systeme beschreiben und beurteilen

Physik 9.–11. Klasse **92**

**SINUS NATURWISSENSCHAFTEN (BAYERN UND HESSEN)**

**Säuren – Laugen – Salze**

Reaktionsgleichungen aufstellen

Chemie 8.–10. Klasse **97**

### 4. PROBLEME LÖSEN 104

**KAI NIEBERT UND HARALD GROPENGIESSER**

**„Ein haariges Problem“**

Einen Untersuchungsplan entwickeln

Biologie 9.–10. Klasse **106**

**BIRGIT GIFFHORN**

**Zungenrollen: Erbgang beim Menschen**

Hypothesen überprüfen

Biologie 9.–10. Klasse **110**

**FREDERIK HEISE UND DIETMAR HÖTTECKE**

**Schwimmen oder sinken?**

Mit Fachbegriffen arbeiten

Physik 6.–9. Klasse **116**

**TELSCHKE NIELSEN UND LUTZ STÄUDEL**

**Überleben auf der Eisscholle?**

Ein Phänomen modellhaft erschließen

Physik 7.–10. Klasse **120**

**DIETMAR HÖTTECKE**

**Mit dem Fahrrad unterwegs**

Einen Versuch entwickeln

Physik 8.–10. Klasse **124**

**LUTZ STÄUDEL (SINUS HESSEN)**

**Eiskonfekt**

Ein Phänomen aufklären

Physik/Chemie  
8.–10. Klasse  
auch Oberstufe **128**

**SINUS HESSEN**

**Weißes Pulver**

Ordnungssysteme (re-)konstruieren

Chemie 5.–11. Klasse **134**

#### SCHÜLERTIPPS

**TELSCHKE NIELSEN**

**Aufgaben strategisch lösen**

Schülertipps zum Aufgabenlösen

**141**

#### AUSBLICK

**SINUS HESSEN**

**Die Entwicklung einer Aufgabenkultur**

Eine Aufgabe für die Fachgruppe

**148**