

#### 6.4.2.1.4 Experimenteller Erkenntnisweg

##### Welche Kompetenzen können mit einem Experiment gefördert werden?

Die Aufgabenbeispiele sind entnommen aus

- a) Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005
- b) Akademiebericht Nr. 434 „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht, 2008

Die Akademieberichte können bestellt werden bei der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen a. d. Donau, Bayern unter: [www.alp.dillingen.de/publikationen](http://www.alp.dillingen.de/publikationen)

Grundprinzip der Aufgabenkonstruktion: Angabe bzw. Nicht-Angabe unterschiedlicher Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges. Das Schema zeigt dazu verschiedene Möglichkeiten auf:

Fragestellung und Hypothesen formulieren	Experiment planen und durchführen	Daten sammeln und interpretieren
✓	✓	?
?	✓	✓
✓	?	?

##### Beispiel 1: Versuchsdurchführung und -beobachtung vorgeben; nach Fragestellung und Hypothesen fragen





Verändert nach: Elisabeth Stöckl, Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005, S. 16 ff.

→ Verortung in den Bildungsstandards: Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, Anforderungsbereiche II/III: (Eigenständig) biologische/chemische Hypothesen (finden und) formulieren.

Vorwissen der Schüler: Brot enthält Stärke; Stärkenachweis; Aufbau der Stärke-Teilchen aus Zucker-Teilchen

Das Protokollbuch eines Wissenschaftlers enthält folgende Aufzeichnung.

Welche Fragestellung hat der Forscher damit untersucht? Formuliere mögliche Hypothesen.

Nummer	Befüllung des Gefäßes	Beobachtung zu Beginn des Experiments	Beobachtung nach 10 min
1	Stärke, Wasser, Lugolsche Lösung	violett 	violett 
2	Stärke, Wasser, Lugolsche Lösung, Speichel	violett 	farblos 

Quelle: Die Aufgabenbeispiele sind entnommen aus Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005; Akademiebericht Nr. 434 „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht, 2008; Die Akademieberichte können bestellt werden bei der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen a. d. Donau, Bayern unter: [www.alp.dillingen.de/publikationen](http://www.alp.dillingen.de/publikationen)

**Lösungsansatz**

Wird durch die Zugabe von Speichel Stärke zerlegt?

Durch Zugabe von Speichel wird die Stärke zerlegt.

### **Beispiel 2: Versuchsdurchführung und -beobachtung vorgeben; nach Fragestellung fragen; zusätzlich: Bedeutung des Kontrollansatzes hervorheben**

Verändert nach: Wolf Kraus, Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005 S. 95 ff.

→ Verortung in den Bildungsstandards: Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, Anforderungsbereiche II/III: (Eigenständig) biologische/chemische Hypothesen (finden und) formulieren.

Vorwissen der Schüler: Brot enthält Stärke; Stärkenachweis; Aufbau der Stärke-Teilchen aus Zucker-Teilchen

Ein zerriebenes Weißbrot wird mit Wasser zu einem dünnflüssigen Brei verrührt.  
Nun werden zwei Reagenzgläser A und B jeweils einen Finger hoch mit dem Brei befüllt.  
In das Reagenzglas B wird zusätzlich noch etwas Spucke gegeben.  
Nach Zugabe von Jodlösung färbt sich nur der Brei in Reagenzglas A blau.  
a) Gib an, welche Frage der Experimentator überprüfen wollte!  
b) Erkläre, warum es nicht reicht nur den Versuch mit dem Reagenzglas B zu machen!

Alternative: Wenn vor der Teilaufgabe a) noch der Auftrag „Stelle das Experiment in einer beschrifteten Skizze dar.“ gegeben wird, wird zusätzlich noch ein Darstellungsformenwechsel von der Textebene in eine bildhafte Ebene gefordert.

**Lösungsansatz**

a) Hilft Spucke bzw. deren Inhaltsstoffe bei der Zerlegung von Stärke?

b) Prinzip des Kontrollexperimentes; die Spucke ist die einzige geänderte Variable und somit für die Änderung des Versuchsergebnisses maßgeblich.

### **Beispiel 3: Versuchsdurchführung und -beobachtung vorgeben; nach logischen Schlussfolgerungen fragen; zusätzlich: Textverständnis und Darstellungsformenwechsel von Text in Bild**

Verändert nach: Wolf Kraus, Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005, S. 95 ff.

Vorwissen der Schüler: Brot enthält Stärke; Stärkenachweis; Aufbau der Stärke-Teilchen aus Zucker-Teilchen, Verdauungsvorgänge

Ein zerriebenes Weißbrot wird mit Wasser zu einem dünnflüssigen Brei verrührt. Nun werden zwei Reagenzgläser A und B jeweils einen Finger hoch mit dem Brei befüllt. In das Reagenzglas B wird zusätzlich noch etwas Spucke gegeben.

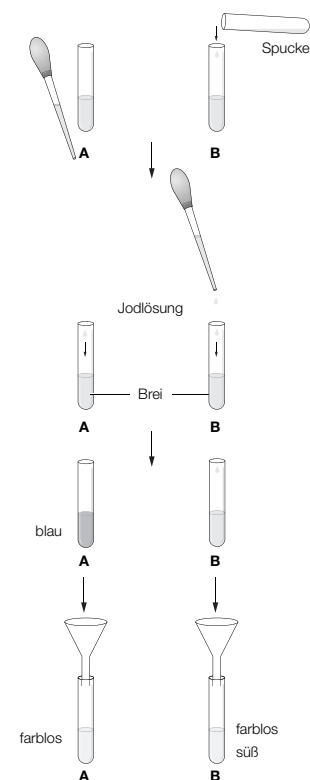
*Quelle: Die Aufgabenbeispiele sind entnommen aus Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005; Akademiebericht Nr. 434 „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht, 2008; Die Akademieberichte können bestellt werden bei der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen a. d. Donau, Bayern unter: [www.alp.dillingen.de/publikationen](http://www.alp.dillingen.de/publikationen)*

Nach Zugabe von Jodlösung färbt sich nur der Brei in A blau. Anschließend werden beide Lösungen abfiltriert. Die Filter entsprechen dabei in ihrer Durchlässigkeit der Darmwand. Das Filtrat von Lösung A ist farblos und das Filtrat von B schmeckt süß.

- a) Mache eine Skizze, die den Versuchsverlauf veranschaulicht.
- b) Kennzeichne die Aussagen zu diesem Experiment mit „richtig“ (r) und „falsch“ (f) und begründe jeweils deine Entscheidung!
- Der Rückstand von Lösung A ist blau, das Filtrat jedoch farblos.
  - Das Filtrat von Lösung B ist blau.
  - Das Filtrat von Lösung A schmeckt süß.
  - Stärke-Teilchen passen nicht durch den Filter.
  - Jod reagiert mit Wasser zu einer blauen Lösung.
  - Das Experiment funktioniert nur bei Körpertemperatur.
  - Speichel kann die Stärke-Teilchen in Zucker-Teilchen zerlegen.

### Lösungsvorschlag

- Der Rückstand von Lösung A ist blau, das Filtrat jedoch farblos.  
**richtig**, Stärke-Teilchen passen nicht durch den Filter.
- Das Filtrat von Lösung B ist blau.  
**falsch**, der farblose Rückstand zeigt, dass alle Stärketeilchen bereits zerlegt wurden.
- Das Filtrat von Lösung A schmeckt süß.  
**falsch**, der blaue Rückstand zeigt, dass die Stärke-Teilchen nicht zerlegt sind.
- Stärke-Teilchen passen nicht durch den Filter.  
**richtig**, da das Filtrat von A farblos ist.
- Iod reagiert mit Wasser zu einer blauen Lösung.  
**falsch**, sonst müssten alle Filtrate und wässrigen Rückstände blau sein.
- Das Experiment funktioniert nur bei Körpertemperatur.  
**falsch**, der Versuch wird bei Raumtemperatur durchgeführt bzw. die Versuchstemperatur geht aus der Anleitung nicht hervor.
- Speichel kann die Stärke-Teilchen in Zucker-Teilchen zerlegen.  
**richtig**, weil das Filtrat B süß schmeckt und der wässrige Rückstand B farblos ist.



Quelle: Die Aufgabenbeispiele sind entnommen aus Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005; Akademiebericht Nr. 434 „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht“, 2008; Die Akademieberichte können bestellt werden bei der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen a. d. Donau, Bayern unter: [www.alp.dillingen.de/publikationen](http://www.alp.dillingen.de/publikationen)

## Beispiel 4: Eigenständige Planung von einem Experiment

Verändert nach: Waltraud Habelitz-Tkotz, Akademiebericht Nr. 434 „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht“

### Aufgabe

#### Ziele der Aufgabenstellung und Hinweise zum Einsatz im Unterricht

Die Schülerinnen und Schüler sollen eigenständig ein Experiment zur Dichtebestimmung eines unregelmäßig geformten Körpers mit einem vorgegebenen Gerätepool entwickeln (Dichtebestimmung), um das Metall, aus dem ein Spitzer hergestellt ist zu identifizieren.

Die Schülerinnen und Schüler benötigen als fachliches Vorwissen: Kenneigenschaften von Reinstoffen, Dichte (nur Formel)

Im Vorfeld wird im einführenden Unterricht zu Kenneigenschaften von Reinstoffen z.B. anhand eines Würfelsatzes aus verschiedenen Stoffen die Dichte als Quotient aus Masse und Volumen eingeführt. Mit der hier gestellten Aufgabe sollen die Lernenden die Volumenbestimmung unregelmäßig geformter Körper durch Wasserverdrängung selbst erfinden und gleichzeitig mit ihrem Wissen, dass die Dichte eines Reinstoffes bei definierten Bedingungen eine charakteristische Stoffkonstante ist, Magnesium als das Metall identifizieren aus dem Spitzer hergestellt werden. Der Weg zu dieser Erkenntnis soll von den Lernenden in Form eines Protokolls, das alle Stufen des Erkenntnisgewinnungsprozesses enthält, dargestellt werden.

Das Experiment kann gefahrlos auch mit ganzen Klasse durchgeführt werden, wenn mehr als eine Waage zur Verfügung steht. Keilförmige Spitzer der Fa. KUM, Erlangen haben sich bewährt. Sie werden aus einer Magnesium-Legierung mit folgender Zusammensetzung hergestellt: 96,2547% Mg; 2,73% Al; 0,95% Zn; 0,0228% Mn; 0,0373% Si; 0,0034% Fe; 0,0006% Ni; 0,0012% Cu. Zeitbedarf mit Ergebnisprotokoll etwa 45 Minuten.

Naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg	Zuständigkeiten beim Experimentieren		
	L	L + S	S
Fragestellung	x		
Hypothese			x
Planung			x
Durchführung			x
Auswertung			x
Interpretation			x

#### Fragestellung/Problem:

Finde heraus, aus welchem Metall Spitzer(gehäuse) hergestellt werden, ohne den Spitzer zu zerstören.

*Quelle: Die Aufgabenbeispiele sind entnommen aus Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005; Akademiebericht Nr. 434 „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht, 2008; Die Akademieberichte können bestellt werden bei der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen a. d. Donau, Bayern unter: [www.alp.dillingen.de/publikationen](http://www.alp.dillingen.de/publikationen)*

**Vermutung/Hypothese/mögliche Antwort:**

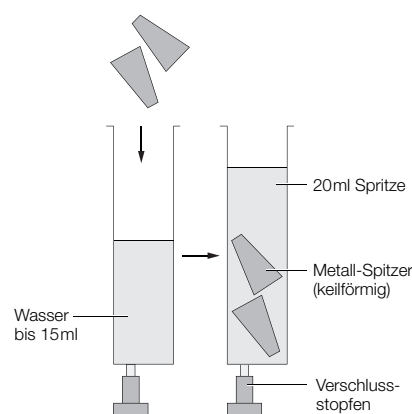
Die Spitzer glänzen silbrig und sind sehr leicht, deshalb könnten sie aus Aluminium bestehen.

**Geräte und Chemikalien:**

- Mehrere Metallspitzer
- Waage mit 0,01 g-Einteilung
- 20-ml-Einwegspritze
- Verschlussstopfen für Einwegspritze
- Spritzflasche mit Wasser
- Kleiner Schraubenzieher
- Zellstoffpapier

**Experimentelle Durchführung**

- Die Klinge von 2 Spitzern wird entfernt.
- Die Masse von 2 Spitzern (ohne Klingen) wird auf einer Waage mit 0,01 g Genauigkeit bestimmt und der Wert notiert.
- Der Stempel einer 20-ml-Einwegspritze wird entfernt und die Öffnung am Kanülenanschluss mit einem Verschlussstopfen oder dem Daumen verschlossen.
- Genau 12 ml Wasser werden in den Spritzenzylinder eingefüllt.
- Die beiden Spitzer werden in den leicht schräg gehaltenen Spritzenzylinder hineingegeben, ohne dass dabei Wasser herausspritzt.
- Der Wasserstand wird abgelesen und das Volumen der Spitzer ermittelt.

**Besondere Hinweise zur Durchführung**

Beim Einfüllen von Wasser oder beim Hineingleitenlassen der Spitzer evtl. gebildete Luftblasen sind vorher durch leichtes Klopfen zu entfernen.

Spitzer vorsichtig in den Spritzenzylinder gleiten lassen, damit kein Wasser herausspritzt. Dazu den Spritzenzylinder am besten leicht schräg halten.

Falls keine 20-ml-Einwegspritzen zur Verfügung stehen, kann das Experiment mit etwas geringerer Genauigkeit auch im 50-ml-Messzylinder durchgeführt werden.

Statt der Verschlussstopfen können die Kanülenanschlüsse der Spritzenzylinder auch mit einem Feuerzeug zugeschmolzen werden. Auch das Zuhalten des Kanülenanschlusses mit dem Daumen ist ausreichend.

Eine größere Messgenauigkeit erreicht man bei der Volumenbestimmung dadurch, dass man zwei Spitzer verwendet. Die Spitzer müssen immer zuerst gewogen werden.

Evtl. muss im Vorversuch herausgefunden werden, wie viel Wasser am Anfang in die Spritzenzylinder gefüllt werden darf, damit die Spitzer vollständig von Wasser bedeckt sind, aber der Wasserstand nicht über das Skalenende steigt. Evtl. müssen die Spitzer dann zwischendurch wieder abgetrocknet werden.

Bei quaderförmigen Spitzern sollten max. 12 ml Wasser, bei keilförmigen Spitzern max. 15 ml Wasser eingefüllt werden.

*Quelle: Die Aufgabenbeispiele sind entnommen aus Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005; Akademiebericht Nr. 434 „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht, 2008; Die Akademieberichte können bestellt werden bei der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen a. d. Donau, Bayern unter: [www.alp.dillingen.de/publikationen](http://www.alp.dillingen.de/publikationen)*

### Lösungsansatz und Hinweise zur Auswertung des Experiments

Aus den experimentell erhaltenen Messwerten für Masse und Volumen wird die Dichte der Spitzer berechnet und mit Hilfe der Dichteangaben in der vorgegebenen Tabelle auf das in Frage kommende Metall rückgeschlossen.

	m (Spitzer) in g	V (Spitzer) in ml	$\rho$ (Spitzer) in g/ml
Spitzer A	3,83	2,1	1,8
Spitzer B	3,79	2,0	1,9
2 Spitzer A + B (Keilform)	7,62	4,2	1,8
2 Spitzer C + D (Quaderform)	10,88	6,4	1,7

Rechenweg:

$$m(2 \text{ Spitzer}) = 7,62 \text{ g}$$

$$V(2 \text{ Spitzer}) = 19,2 \text{ ml} - 15 \text{ ml} = 4,2 \text{ ml}$$

$$\rho(\text{Spitzer}) = \frac{m(\text{Spitzer})}{V(\text{Spitzer})} = \frac{7,62 \text{ g}}{4,2 \text{ ml}} = 1,8 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Da die experimentell ermittelte Dichte der Spitzer sehr gut mit der Standarddichte von Magnesium übereinstimmt, werden die Spitzer mit großer Wahrscheinlichkeit aus Magnesium und nicht wie vermutet aus Aluminium hergestellt. Die ursprüngliche Vermutung, dass Spitzer aus Aluminium hergestellt werden, war falsch.

### Schülermaterial

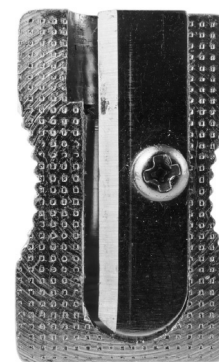
#### Es ist nicht alles Gold, was glänzt!

#### Aufgabe/Arbeitsauftrag

##### Information:

Viele metallisch glänzende Gegenstände unseres Alltags sind keine Reinstoffe, sondern Legierungen. Die Gehäuse von Metallspitzern dagegen bestehen zu mehr als 97% aus einem einzigen Metall, können also näherungsweise als Reinstoffe betrachtet werden. Allerdings werden die Gehäuse aus einem anderen Metall hergestellt, als die Klingen des Spitzers, wie die meisten Messerklingen aus Stahl (Eisen-Legierung) hergestellt werden.

Hinweis: Kenneigenschaften ausgewählter Metalle



Quelle: Die Aufgabenbeispiele sind entnommen aus Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005; Akademiebericht Nr. 434 „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht, 2008; Die Akademieberichte können bestellt werden bei der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen a. d. Donau, Bayern unter: [www.alp.dillingen.de/publikationen](http://www.alp.dillingen.de/publikationen)

Finde heraus, aus welchem Metall Spitzer hergestellt werden, ohne die Spitzer zu zerstören.

- Überlege dir eine Versuchsdurchführung, bei der die Spitzer nicht verändert werden. Zur Identifizierung stehen dir folgende Geräte und Materialien zur Verfügung:

#### Geräte/Materialien

- Mehrere Metallspitzer
- Waage mit 0,01 g-Einteilung
- 20-ml-Einwegspitze
- Verschlussstopfen für Einwegspritze
- Fertige ein **Versuchsprotokoll** in der üblichen Form (Fragestellung, Hypothese, Versuchsdurchführung mit Skizze, Ergebnisse, Folgerung mit Hypothesenabgleich, Sicherheits-/Entsorgungshinweise) an.
- Notiere deine Versuchsergebnisse tabellarisch.
- Gib an, wie du die Messgenauigkeit deiner Experimente erhöhen kannst.
- Spritzflasche mit Wasser
- Kleiner Schraubenzieher
- Zellstoffpapier

Metall X	Schmelztemperatur $\vartheta_m (X)$ in °C	Siedetemperatur $\vartheta_o (X)$ in °C	Standarddichte $\varrho_o (X)$ in g/cm <sup>3</sup>
Gold	1064	3080	19,32
Blei	327,5	1744	11,34
Silber	961,93	2187	10,50
Kupfer	1083	2595	8,96
Eisen	1539	2880	7,86
Zinn	231,89	2625	7,30
Zink	419,505	907	7,14
Aluminium	660,37	2467	2,70
Magnesium	650	1107	1,74

*Quelle: Die Aufgabenbeispiele sind entnommen aus Akademiebericht Nr. 406 „Mit Aufgaben Unterricht gestalten“, 2005; Akademiebericht Nr. 434 „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht, 2008; Die Akademieberichte können bestellt werden bei der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen a. d. Donau, Bayern unter: [www.alp.dillingen.de/publikationen](http://www.alp.dillingen.de/publikationen)*