

# Aufgaben mit gestuften Hilfen

## Eine selbstdifferenzierende Lernumgebung am Beispiel von Osmose und Verbrennung

Von Lutz Stäudel

**KLASSENSTUFE:** Ende Sek. I

**SCHWERPUNKT:** Rekonstruktion;  
Chemische Reaktion

**MATERIAL:** 6 gestufte Lernhilfen u. Antworten zu den Beispielen „Osmose“ und „Verbrennung“

Im Zusammenhang mit den SINUS-Projekten (1998–2007) wurden an mehr als 1800 deutschen Schulen Elemente zur Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts konstruiert und erprobt. Eines der vielversprechenden Ergebnisse dieser Bemühungen sind „Aufgaben mit gestuften Hilfen“. Dieses Aufgabenformat ist vergleichsweise einfach: Eine komplexe Fragestellung mit möglichst eindeutiger Beschreibung der Art des Ergebnisses wird mit Hilfen versehen, die schrittweise zur Entwicklung der Lösung benutzt werden können. Die Aufgaben sollen dabei so konzipiert sein, dass leistungsstarke Lerngruppen sie auch ohne Hilfen lösen können [1]. Neben inhaltlichen kommen auch lernstrategische Hilfen zum Einsatz.

Inzwischen sind – u. a. als Ergebnis eines von der DFG unterstützten Forschungsprojektes an der Universität Kassel – für alle drei naturwissenschaftlichen Fächer Sammlungen mit entsprechenden Aufgaben erschienen [2]. Für diesen Artikel wurden zwei weitere, neuere Aufgaben aufbereitet, die sich besonders gut eignen, das Differenzierungspotenzial und den Charakter von Aufgabenstellungen und Hilfen zu veranschaulichen. Im ersten Fall geht es um ein bekanntes Osmosephänomen, nämlich das Platzen von reifen Kirschen bei Regen, die zweite Aufgabe variiert einen Aspekt des Experiments von Robert Boyle, das von Johannesmeyer u. a. für den Chemieunterricht aufbereitet worden ist: Die Verbrennung von Kohlenstoff in einer Sauerstoffatmosphäre unter Systemabschluss.

### Aufgaben mit gestuften Hilfen wollen

#### ... Komplexität erhalten

Im Unterschied zu einem kleinschrittig geführten Unterrichtsgespräch sollen die Schülerinnen und Schüler durch komplexe Aufgaben kognitiv aktiviert werden.

#### ... Anforderungen nicht vermindern

Die Orientierung an einer angenommenen mittleren Leistungsfähigkeit überfordert einen Teil der Schüler und bringt die anderen kaum weiter. Die Anforderungen der „Aufgaben mit gestuften Hilfen“ können sich dann an den Leistungsstarken orientieren, wenn grundsätzlich hinreichend Vorwissen zur Bearbeitung und Lösung eines Problems in der Lerngruppe vorhanden ist.

#### ... Hilfen zur Verfügung stellen

Da weniger leistungsstarke Schülerinnen und Schüler anspruchsvolle Aufgabe in der Regel nicht ohne Unterstützung lösen können, müssen geeignete Hilfen zur Verfügung gestellt werden. Diese Hilfen müssen so gestaltet sein, dass sie Vorwissen aktivieren und nachvollziehbare Schritte hin zur Lösung aufzeigen.

#### ... eigenes Lerntempo ermöglichen

Weil das Lerntempo innerhalb einer Schülergruppe sehr verschieden sein kann, müssen die Schülerinnen und Schüler selbst entscheiden können, zu welchem Zeitpunkt sie eine Hilfe in Anspruch nehmen wollen. Die Hilfen werden daher durchgängig zur Verfügung gestellt, die Regeln zur Nutzung sind einfach.

#### ... sachbezogene Kommunikation unterstützen

Eine Aufgabenbearbeitung in Zweiergruppen regt zu sachbezogenen Gesprächen zwischen den Lernenden an; dieser

Dialog soll zur Klärung der Vorstellungen und Begriffe beitragen und das naturwissenschaftliche Argumentieren fördern.

#### Differenzierung ermöglichen

Indem die Schüler selbst über den Zeitpunkt und das Ausmaß der Nutzung der angebotenen Lernhilfen bestimmen, variieren sie in gewissem Umfang auch den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe. Ein solches Arrangement entspricht dem Prinzip der adaptiven Instruktion nach F.E. Weinert und gilt als gutes Instrument der Differenzierung.

## Kirschen und Osmose

### Die Aufgabe

Das Grundphänomen der Osmose wird üblicherweise mittels U-Rohr und semipermeabler Membran eingeführt, als Lösung wird meist Kochsalz im Wasser gewählt, durchaus mit Berechtigung, denn bei vielen Prozessen in der lebendigen Natur spielen einfache Salze eine wichtige Rolle. Ergänzend werden häufig rohe Eier, deren Schale vorsichtig mittels verdünnter Säure entfernt worden ist, zum einen in eine konzentrierte NaCl-Lösung eingelegt, zum andern in destilliertes Wasser. Auch Därme werden gelegentlich benutzt, um zu zeigen, wie der osmotische Druck eine Flüssigkeitssäule steigen lässt.

Ein weithin bekanntes osmotisches Phänomen, gleichwohl aber oft nicht verstanden, ist das Platzen reifer Kirschen im Regen. Während unreife Kirschen noch kleiner sind und die Haut straff um Fruchtfleisch und Kern sitzt, sind reife Früchte sozusagen prall und enthalten zudem eine hohe Zuckerkonzentration. Hierdurch und durch die sich oft bildenden feinen Risse in der Kirschhaut sind die Bedingungen gegeben, damit Wasser von außen mit der „Zuckerlösung“ im

Innen in Wechselwirkung treten kann. Um das Prinzip der Osmose auf das Phänomen der platzenden Kirschen anzuwenden und dabei zu vertiefen, kann im Unterricht die Aufgabe gestellt werden, ein Experiment zu entwickeln, das zeigt, wie es zum Platzen der Kirschen kommt. Zusätzlich soll ein Kontrollexperiment geplant werden, bei dem die Kirschen trotz Feuchtigkeit nicht platzen.

Zur Lösung der Aufgabe ist ein doppelter Transfer notwendig. Zum einen geht es um die Übertragung des osmotischen Prinzips von einer „Salzlösung“ auf eine „Lösung“ und schließlich die Rückübertragung auf die hier vorliegende Zuckerlösung. Zum anderen soll ein Experiment entwickelt werden, um die Überlegungen und Schlussfolgerungen zu demonstrieren bzw. zu verifizieren.

Die Aufgabe kann in einen fiktiven Kontext eingebunden werden, oder es kann einfach ein Arbeitsauftrag formuliert werden (vgl. **Abb. 1**). Für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler stellt die Aufgabe nur eine mittelschwere Heraus-

forderung dar: Sie werden ihr Vorwissen entsprechend modifizieren und die Kirsche sowie die anhaftende Feuchtigkeit als osmotisches System modellieren. Dabei werden sie die „Zuckerlösung“ in Beziehung setzen mit der „Salzlösung“ aus dem Unterricht und auch die Bedingungen für das Nicht-Platzen leicht entwickeln, nämlich eine Frucht, die in eine Zuckerlösung ähnlicher Konzentration eintaucht. Weniger leistungsfähige Schülerinnen und Schüler können mittels strukturierter, sequenzieller Hilfen zur Lösung geleitet werden, und zwar unter Bedingungen, die ihnen nicht einfach die fertige Lösung präsentieren, sondern ihnen an jeder Stelle eine Durcharbeitung der präsentierten Impulse ermöglichen.

#### Die Hilfen

Die erste Hilfe fordert zur Paraphrasierung auf (vgl. **Hilfe 1**) und schlägt eine mögliche Alternativ-Formulierung vor (**Antwort 1**). Die Kombination von Hilfe und Antwort ermöglicht es, den Lernenden weitere, zusätzliche Informationen zur Verfügung zu

stellen, hier etwa den Hinweis auf typisch naturwissenschaftliches Arbeiten, indem ein Versuch durch einen Kontrollversuch abgesichert wird.

Die zweite Hilfe dient in diesem Beispiel der Aktivierung vor Vorwissen aus dem unmittelbar vorausgegangenen Unterricht (vgl. **Hilfe 2**).

Je nach Aufbau der vorausgegangenen Unterrichtsreihe kann auch konkret auf bestimmte Experimente verwiesen werden. Es wird damit deutlich, dass die curriculare Einbindung der Aufgaben eine wichtige Voraussetzung für das „Funktionieren“ des Hilfen-Systems darstellt. **Antwort 2** nennt das Vorwissen, das zur Lösung der Aufgabe benötigt wird, zunächst aber nur pauschal.

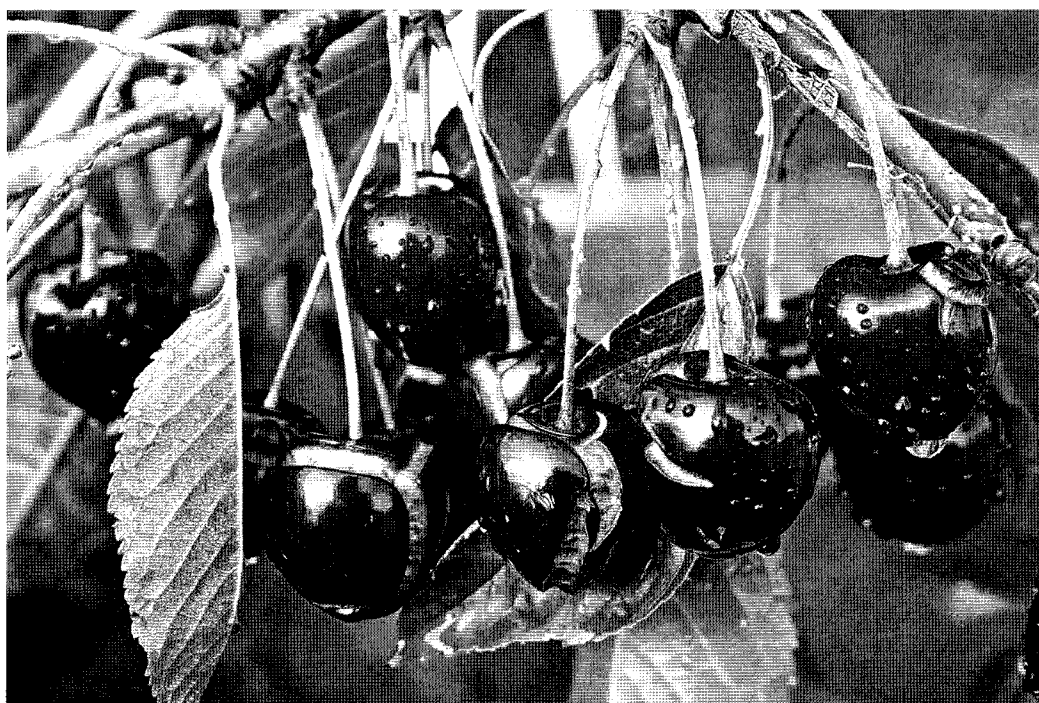
Im nächsten Schritt sollen die Lernenden die Kirsche mit nasser Umgebung ins Verhältnis setzen zu einem der bereits bekannten Osmose-Experimente (vgl. **Hilfe 3**). Hier wird auf das Standard-Experiment im U-Rohr Bezug genommen. Je nach Unterrichtsverlauf kann dieses Beispiel ausgetauscht werden.

1

## Geplatze Kirschen

### ▼ AUFGABE

Ihr habt erfahren, dass ein heftiger Regen im Juli ganze Kirschernten vernichten kann. Entwickelt ein Experiment, das zeigt, wodurch dieses Platzen zustande kommt. Überlegt, wie ein Kontrollexperiment aussehen könnte, bei dem die Kirschen trotz Feuchtigkeit nicht platzen.



## Hilfen: Geplatze Kirschen

### Hilfe 1

Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten. Klärt dabei, was euch noch unklar ist.

### Antwort 1:

Wie muss ein Experiment aussehen, bei dem eine reife Kirsche vermutlich platzt? Wie muss das Kontrollexperiment gestaltet sein, bei dem eine Kirsche nicht platzt?

### Hilfe 2

Damit eine Kirsche platzt, muss im Inneren ein Druck aufgebaut werden. erinnert euch an die Experimente im Unterricht! Um welches Phänomen kann es sich hier handeln? Wie kommt der Druck zustande?

### Antwort 2:

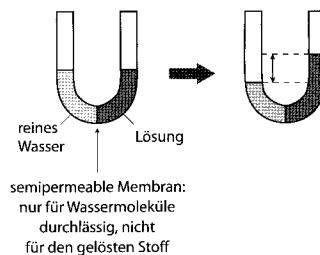
Wir haben gesehen, dass ein Druck infolge eines Konzentrationsgefälles aufgebaut wird, wenn zwei Lösungen mit unterschiedlicher Konzentration miteinander in Kontakt kommen, aber durch eine halbdurchlässige Wand getrennt sind. Diese Tendenz zum Konzentrationsausgleich nennt man Osmose.

### Hilfe 3

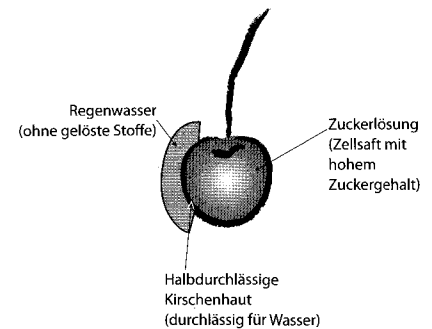
Ihr habt vor kurzem ein Experiment zur Osmose kennengelernt. Stellt das Experiment in einer Skizze dar und fertigt eine weitere Skizze zur Kirsche im Regen an. Findet heraus, welche Entsprechungen es zwischen der Kirsche in nasser Umgebung und dem Osmose-Experiment gibt.

### Antwort 3:

Unsere Skizze sollte so ähnlich aussehen:



1. Ausgangssituation      2. Auswirkungen der Osmose



### Hilfe 4

Ihr habt also das Innere der Kirsche gleichgesetzt mit der konzentrierten Salzlösung, nur dass es sich hier um eine Zuckerlösung handelt. Der Regen entspricht dem reinen Wasser im anderen Schenkel des U-Rohrs. Die Haut der Kirsche ist dann eine halbdurchlässige Wand, durch die kein Zucker, sondern nur Wasser durchtreten kann. Wie könnt ihr mit diesen Informationen ein Experiment entwickeln? Wählt möglichst einfache Materialien!

### Antwort 4:

Wir müssen lediglich eine reife Kirsche in eine Lösung ohne Zucker eintauchen, also z. B. in ein Glas mit reinem Wasser. Wegen der Tendenz zum Konzentrationsausgleich dringt Wasser durch die Kirschenhaut, erzeugt Druck und führt zum Platzen.

### Hilfe 5

Ihr habt Versuchsbedingungen gewählt, die dazu führen, dass die Haut der Kirsche platzt. Denkt daran, zu diesem Experiment auch ein Kontrollexperiment zu planen. Wie könnte das Kontrollexperiment aussehen?

### Antwort 5:

Bei dem Kontrollexperiment müssen wir dafür sorgen, dass es keinen Unterschied in den Zuckerkonzentrationen gibt. Wir stellen eine Zuckerlösung her und legen die Kirsche hinein. Allerdings wissen wir nicht genau, wie viel Zucker in der Kirsche enthalten ist – die Kirsche könnte also trotzdem noch platzen.

### Hilfe 6

Jetzt habt ihr alles zusammen, um die Aufgabe zu lösen. Beschreibt die beiden Experimente, die ihr durchführen werdet.

### Antwort 6:

Um zu zeigen, dass der Kontakt mit Regenwasser bei reifen Kirschen zum Platzen führen kann, führen wir zwei Experimente durch. Eine Kirsche legen wir in destilliertes Wasser. Der osmotische Druck sollte zum Platzen führen; eine zweite Kirsche legen wir in Zuckerwasser. \* Wir erwarten, dass diese Kirsche nicht platzt, weil auf beiden Seiten der Kirschenhaut Zucker in Wasser gelöst ist.

\* 7 g Glucose und 6 g Fructose in 100 ml Lösung. Diese Konzentration entspricht der Konzentration des Zuckerwassers in der reifen Kirsche.

Visualisierungen haben sich, auch unabhängig von diesem Aufgabenformat, als wirksame Hilfe zur Strukturierung von Problemen und zu deren Lösung erwiesen. Besonders für Schülerinnen und Schülern, die noch Schwierigkeiten mit der abstrakt-kognitiven Modellierung von Sachverhalten haben, kann eine solche Strukturierung und Repräsentation von Zusammenhängen eine substantielle Unterstützung darstellen. Wenn diese Visualisierung im konkreten Fall nicht vollständig gelingt, können die Lernenden auf die zugehörige **Antwort 3** zurückgreifen.

Im Weiteren werden die bis hierhin erarbeiteten Zusammenhänge noch einmal zusammengefasst und auf die Konstruktion des Ansatzes der beiden Experimente übertragen. **Hilfe 4** versprachlicht noch einmal die in der Skizze dargestellten Verhältnisse und Entsprechungen. **Antwort 4** stellt bereits die Lösung bezüglich der Ursache für das Platzen von Kirschen dar. Je nach Lerngruppe kann in **Hilfe/Antwort 4** bereits die Planung des Kontroll-experiments integriert oder in eine weitere Hilfe ausgelagert werden. Sinngemäß muss die entsprechende Antwort 5 dann wie angegeben (s. **Antwort 5**) lauten.

In letzten Hilfe/Antwort-Paar werden die Lernenden aufgefordert, ihre Lösung zusammenhängend darzustellen (vgl. **Hilfe 6/Antwort 6**). Die Musterlösung in der Antwort ermöglicht auch den Schülerinnen und Schülern eine Kontrolle, die keine der Hilfen in Anspruch genommen haben.

## Das Boyle-Experiment

### Die Aufgabe

Die Erhaltung der Masse ist eine der Grundlagen für die systematische Beschäftigung mit Stoffen und Voraussetzung für die Möglichkeit, chemische Reaktionen auch formal zu beschreiben. Daher widmet der Chemieunterricht diesem grundlegenden Theorem oft eine ganze Reihe von Experimenten.

- Durch Gegenüberstellung der Phänomene „verbrennende“ Kerze und schwerer werdende Eisenwolle bei oberflächlicher Oxidation wird ein kognitiver Konflikt erzeugt. Die Lösung dieses kognitiven Konfliktes

stellt der Systemabschluss dar, als Bedingung für das Auffinden von Indizien für die Massenerhaltung [3].

- Streichhölzer in einem durch Abschmelzen (oder durch einen Luftballon) verschlossenen Reagenzglas werden durch Wärmezufuhr von außen entzündet. Das abgeschlossene System ermöglicht eine Kontrolle der Masse vor und nach dem Entzünden.
- Gut kontrollierbare Experimente wie die Reaktion von (überschüssigem) Zink mit definierten Mengen Iod führen weiter zum Gesetz der konstanten Proportionen [4].

Zum Abschluss dieser Reihe hat der experimentelle Ansatz von R. Boyle [6], aufbereitet von W. Jansen [7] und modifiziert von F. Johannesmeyer u. a. [5], im Chemieunterricht inzwischen einen festen Platz gefunden: Hierbei wird getrocknete Aktivkohle in einem Rundkolben, der mit Sauerstoff gefüllt ist, verbrannt. Das System wird durch einen Luftballon stofflich abgeschlossen. Kontrolliert werden kann zum einen die Masse, die sich trotz „Verschwindens“ des Feststoffs nicht ändert, zum anderen das Volumen der beteiligten Gase.

Seinen Reiz entfaltet das Experiment jedoch nicht nur vermittels seiner theoretischen „Eleganz“, sondern insbesondere durch seine ästhetischen Qualitäten. Bei verdunkeltem Raum kann man die glühenden Kohlestückchen im Kolben kreisen lassen, bis sie vollständig verschwunden sind.

Entwickelt man den Versuch gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern, dann treten erfahrungsgemäß Bedenken auf, ob dieses Experiment nicht ziemlich gefährlich sei. Dies passiert besonders dann, wenn zeitnah entweder eine Glimmspanprobe durchgeführt worden ist oder andere heftige Oxidationsreaktionen wie etwa das Eintauchen von Eisenwolle in einen Chlor gefüllten Standzylinder. Diese Befürchtungen können zum Anlass für die Aufgabenstellung genutzt werden.

### Die Hilfen

Auch in diesem Beispiel stellt die erste Hilfe eine Paraphrasierung dar (vgl. **Hilfe 1**), und als Antwort wird eine mögliche Alternativ-Formulierung vorgeschlagen (**Antwort 1**). Sinn der Wiederholung der

Aufgabe ist es, eine erste Durcharbeitung anzustoßen.

**Hilfe 2** fokussiert – wie meist bei Aufgaben mit gestuften Hilfen – auf das vermutete zentrale Problem.

Mit **Hilfe 2** und **Antwort 2** wird vorhandenes Vorwissen zu heftigen (Redox-) Reaktionen aktiviert, und es werden mögliche Ursachen benannt. Mit **Hilfe 3** wird zunächst eine der möglichen Überlegungen ausgeschlossen, und zwar durch ein Evidenzurteil. Zugleich wird die Aufmerksamkeit der Lernenden auf die zweite mögliche Ursache gelenkt, die Entstehung von Gasen als Reaktionsprodukten.

Mit diesem Schritt ist die Aufgabe bereits grundsätzlich gelöst, jedoch fehlt noch die anschließende Betrachtung der beteiligten Gasmengen und deren Bewertung. Hierzu muss den Lernenden bekannt sein, dass gleiche Mol-Zahlen von Gasen stets gleiche Volumina einnehmen. Alternativ kann auch der (weitergehende) Satz von Avogadro, nämlich dass *gleiche Volumina idealer Gase bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gleich viele Moleküle enthalten*, als Ausgangspunkt dienen.

**Hilfe 5** fordert üblicherweise zur Zusammenfassung der erarbeiteten Ergebnisse auf, **Antwort 5** stellt eine Musterlösung vor, die auch den Gruppen zur Kontrolle dienen soll, die ansonsten keine der Hilfen in Anspruch genommen haben.

Dass das Experiment anschließend ausgeführt werden muss, versteht sich von selbst. Ebenso eindrucksvoll wie der Demonstrationsversuch im großen Rundkolben ist die Durchführung im Reagenzglas in Schülerhand. Nach Vorbereitung durch die beschriebene Aufgabe vermindert sich das geringe Sicherheitsrisiko dabei weiter, da den Lernenden die Sorge um eine etwaige Gefährdung genommen ist.

## Zusammenfassung

Aufgaben mit Hilfen haben sich inzwischen gut in der Unterrichtspraxis bewährt. Bestätigt werden konnte insbesondere, dass die Zahl der eingesetzten (und notwendigen) Impulse deutlich geringer ist, als wenn das gleiche Problem im fragend-entwickelnden Unterrichts-

## Das Boyle-Experiment

### ▼ GERÄTE UND CHEMIKALIEN

Rundkolben (1000 ml oder größer), Gummistopfen mit Bohrung, kleiner Gummistopfen mit Bohrung, kurzes Glasrohr, Korkring, Luftballon, Waage, Brenner, gekörnte Aktivkohle

### ▼ VORBEREITUNG

Einige Körnchen Aktivkohle werden im Reagenzglas ausgeglüht oder alternativ im Trockenschrank über Nacht bei 150°C getrocknet. Der Luftballon wird vor Versuchsbeginn einmal aufgeblasen, damit die gedehnte Gummihülle sich später leichter mit Gas füllen kann.

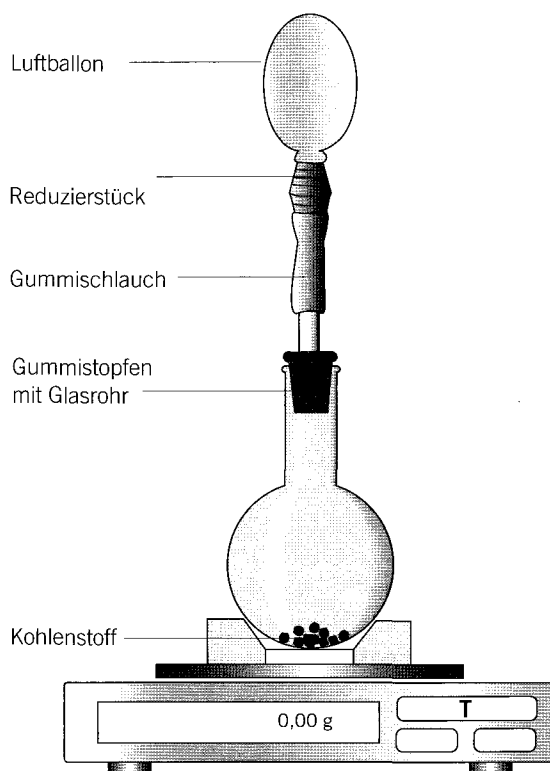
### ▼ DURCHFÜHRUNG

Einige Körnchen Kohle werden in den Rundkolben gegeben und dieser mit Sauerstoff gefüllt. Der Gasraum wird mit einem durchbohrten Gummistopfen mit aufgesetztem Luftballon (s. Skizze) verschlossen. Will man den Versuch zur Demonstration der Erhaltung der Masse einsetzen, dann muss der verschlossene Kolben vor und nach der Reaktion genau gewogen werden.

Der Kolben wird über der Brennerflamme geschwenkt, um lokale Überhitzung zu vermeiden. Sobald die Kohle zu glühen beginnt, entfernt man den Kolben von der Flamme und lässt die Reaktion unter weiterem Schwenken zu Ende ablaufen. Während der Verbrennung wird der Luftballon vorübergehend durch das sich ausdehnende Gas im Kolben teilweise gefüllt, beim Abkühlen entleert er sich wieder. Damit die Wäageergebnisse nicht verfälscht werden, muss der Luftballon möglichst auf seine ursprüngliche Größe zurückfallen.

### ▼ AUFGABE

- Überprüft die Vermutung, dass das geplante Experiment – die Reaktion von Aktivkohle in einem mit Sauerstoff gefüllten Kolben – gefährlich werden könnte. Benutzt bei Bedarf die ausgeteilten Hilfen.
- Formuliert eure begründete Antwort in ein oder zwei Sätzen.



## Hilfen: Boyle-Experiment

### Hilfe 1

Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten. Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

### Antwort 1:

*Wir sollen überprüfen, ob die Reaktion von Aktivkohle in einem mit Sauerstoff gefüllten Kolben gefährlich werden könnte.*

### Hilfe 2

Überlegt, in welcher Weise das Experiment gefährlich werden könnte. Was müsste dazu passieren? Was könnte passieren?

### Antwort 2:

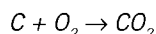
*Ein Experiment wäre dann gefährlich, wenn z. B. der Kolben platzen würde. Dazu müsste aber entweder sehr viel Energie in kurzer Zeit freigesetzt werden, oder es müsste ein hoher Druck entstehen.*

### Hilfe 3

Dass schnell viel Energie frei wird, ist nicht wahrscheinlich, weil nur sehr wenig Kohlenstoff zur Reaktion gebracht wird. Überlegt, ob bei der Reaktion große Mengen Gas neu entstehen können und wie ihr diese Frage klären könnt.

### Antwort 3:

*Um zu klären, ob Gase bei der Reaktion entstehen, müssen wir die Reaktionsgleichung betrachten. Der Kohlenstoff reagiert mit dem Sauerstoff im Kolben wie folgt:*



### Hilfe 4

Vergleicht die Gasmenge vor und nach der Reaktion. Was wisst ihr über Gasvolumina unter vergleichbaren Bedingungen? Zieht daraus eine Schlussfolgerung.

### Antwort 4:

*Wir sehen, dass für jedes verbrauchte Molekül Sauerstoff ein Molekül Kohlenstoffdioxid entsteht. Weil (ideale) Gase bei gleicher Temperatur und gleichem Druck gleich viele Teilchen enthalten, bleibt das Gasvolumen vor und nach der Reaktion grundsätzlich gleich. Weil das Gas bei der Reaktion aber sicher erwärmt wird, dehnt es sich etwas aus und geht dann wieder auf das Anfangsvolumen zurück.*

### Hilfe 5

Nun habt ihr alle notwendigen Überlegungen zusammengetragen. Fasst eure Lösung jetzt in ein oder zwei Sätzen zusammen und berücksichtigt dabei die ursprüngliche Fragestellung.

### Antwort 5:

*Die Vermutung, dass die Reaktion von Aktivkohle in einem mit Sauerstoff gefüllten Kolben ein gefährlicher Versuch ist, trifft nicht zu. Weil für jedes reagierende Sauerstoffmolekül genau ein Molekül CO entsteht, bleibt die Menge des Gases im Kolben gleich. Es dehnt sich höchstens etwas durch die entstehende Verbrennungswärme aus.*

gespräch im Plenum entwickelt wird. Allerdings beansprucht dieser Weg mehr Zeit, als eine vermeintlich „gemeinsame“ Erarbeitung in der Klasse, jedoch mit dem Unterschied, dass die Schülerinnen und Schüler beim Einsatz von Aufgaben mit gestuften Hilfen deutlich zahlreicher und intensiver in die Bearbeitung eingebunden werden, dass also die immer wieder geforderte „kognitive Aktivierung“ gelingt, auch in heterogenen Gruppen, sozusagen durch die im Aufgabenformat eingebaute Differenzierung. Es konnte festgestellt werden, dass es für den Fall, dass die Leistungsunterschiede nicht all-

zu groß sind, zu einer Angleichung der Bearbeitungszeiten kommt: Leistungsstärkere Schüler, die versuchen ohne Hilfen auszukommen, brauchen meist ebenso lang, wie leistungsschwächere, die alle oder einige Hilfen in Anspruch nehmen.

### Literatur

- [1] Stäudel, L.; Franke-Braun, G.; Schmidt-Weigand, F.: Komplexität erhalten – auch in heterogenen Lerngruppen: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. In: Chemkon, 14. Jg., H. 3/2007, S. 115–122
- [2] Stäudel, L. (Hrsg.): Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Chemieunterricht. Seelze 2008 (mit CD);

s. auch: Mogge, S.; Stäudel, L. (Hrsg.): Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Biologieunterricht. Seelze 2008

Wodzinski, R.; Stäudel, L. (Hrsg.): Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Physikunterricht. Seelze 2009

- [3] Stäudel, L.; Werber, B.; Wodzinski, R.: Forschen wie ein Naturwissenschaftler. Das Arbeits- und Methodenbuch. Seelze 2006, S. 54–55
- [4] Gerdes, A.: Mit Modellen arbeiten. Legosteine, Massenkonstanz und das Gesetz der konstanten Proportionen. In: UC 14(2003) Nr. 76/77
- [5] Johannsmeyer, F.; Bley, L.; Friedrich, J.; Oetken, M.: Die Masse des „Nichts“ – der Boyle-Versuch im neuen Lichte. In: ChemKon 8(2001) Nr. 3, S. 156–157
- [6] Boyle, R.: The sceptical Chymist. London 1661
- [7] Jansen, W.; Ulses, R.; Matuschek, C.; Fickenfrichs, H.; Peper, R.: Der Weg zum Daltonschen Atommodell. In: PdN-Ch, 2/35 (1986) S. 34

zu diesem Heft



Liebe Leserinnen und Leser,

wenn Sie *google* zum Stichwort „Differenzierung“ suchen lassen, erhalten Sie in weniger als einer halben Sekunde fast 2 Millionen Antworten, drei von vier beziehen sich auf Schule und Unterricht – und das allein im deutschsprachigen Raum! Ein wahrhaft drängendes Problem wie es scheint, und entsprechend viele Befunde, Ratschläge und Hinweise. Im Gegensatz dazu bieten wir Ihnen mit diesem Heft ein sehr überschaubares Repertoire von Handlungsmöglichkeiten, zum einen, weil es in der Praxis des Chemieunterrichts eben meist (noch) nicht an der Tagesordnung ist, differenziert auf die Fähigkeiten, Interessen und Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler einzugehen, zum anderen weil nur wenige erprobte Ansätze tatsächlich kompatibel sind mit den alltäglichen Zwängen des Lehrens und Lernens in der Schule. Methoden werden aber schnell zum stupfen Werkzeug, wenn ihnen nicht die Wahrnehmung vorausgeht, wie verschieden die uns anvertrauten Lernenden wirklich sind. Diese Verschiedenheit zu erkennen, sie zumindest gelegentlich sogar als Chance zu verstehen und produktiv zu nutzen, dies sollen die Beiträge dieses Heftes unterstützen.

Hilfreiche Anregungen für Ihren Chemieunterricht wünscht Ihnen

Naturwissenschaften im  
**Unterricht**  
**Chemie**

Heft 111/112, Juni 2009  
20. Jahrgang

DIFFERENZIEREN

Herausgeber: Dr. Lutz Stüdel, Kassel

BASISARTIKEL

Martin Hänze <b>Mit Heterogenität umgehen</b>	2	Lutz Stüdel <b>Differenzieren im Chemieunterricht</b>	8
		Eine Herausforderung für Lehrkräfte, Lernende und das Selbstverständnis von Schule	
Hans-Jürgen Becker <b>Differenzierung – was ist gemeint?</b>	5		
		Ein Konstrukt im Spiegel chemie- didaktischer Zeitschriftenpublikationen	

UNTERRICHTSPRAXIS

DIAGNOSE		Kathrin Hoy und Joachim Kranz <b>Explosiv! – Die Chemie der Raketentreibstoffe</b>	66	
		Eine Unterrichtseinheit für die Sekundarstufe II		
Oliver Wißner <b>Atome, Elemente, Bindungen</b>	12	MIT AUFGABEN DIFFERENZIEREN		
		Lutz Stüdel <b>Aufgaben mit gestuften Hilfen</b>		72
		Eine selbstdifferenzierende Lernumgebung am Beispiel von Osmose und Verbrennung		
Oliver Wißner <b>Das eigene Wissen überprüfen</b>	24	Sascha Bernholt, Maik Walpuski, Elke Sumfleth und Ilka Parchmann <b>Kompetenzentwicklung im Chemieunterricht</b>		78
		Mit welchen Modellen lassen sich Kompetenzen und Aufgaben differenzieren?		
		Marco Beeken, Ingrid Wottle, Arnim Lühken und Ilka Parchmann <b>Interessiert und begabt – und dann?</b>		86
		Begabungsdifferenzierende Experimentalaufgaben		
METHODEN ZUR DIFFERENZIERUNG				
Silke Krämer <b>Scaffolding – ein Baugerüst für die Fachsprache</b>	34			
		Förderung des Sprachverständnisses von lernschwächeren Schülern		
Heinz Schmidkunz <b>Backzutaten identifizieren</b>	46			
		Innere Differenzierung durch arbeitsteiliges Experimentieren		
Burkhard Lutz und Horst Mazurkewitz <b>Sternstunden</b>	50			
		Das Differenzierungssystem der Offenen Schule Waldau im Bereich Naturwissenschaften		
Petra Wlotzka, Patrick Woldt und Martin Busch <b>Klein – kleiner – winzig</b>	56			
		Niveaudifferenzierte Lernstationen zu Grundlagen der Nanotechnologie		

MAGAZIN

ANREGUNG		MATERIAL	
Matthias Nolte <b>Virtueller Chemieunterricht</b>	94	Oliver Wißner <b>Bandolo</b>	97
		Einsatz von dynamischen Folien und Arbeitsblätter	
		<b>Impressum</b>	96

Kurzfassungen unter:  
[www.unterricht-chemie.de](http://www.unterricht-chemie.de)