

Rosenberg, Dominique; Jansen, Walter; Busker, Maike  
**Strukturierte Lösungshilfen für Aufgaben zur Stöchiometrie**

*formal überarbeitete Version der Originalveröffentlichung in:*

*formally revised edition of the original source in:*

*Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule : PdN 65 (2016) 4, S. 20-24*



Bitte verwenden Sie in der Quellenangabe folgende URN oder DOI /

Please use the following URN or DOI for reference:

urn:nbn:de:0111-pedocs-173903

10.25656/01:17390

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-173903>

<https://doi.org/10.25656/01:17390>

#### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

#### Kontakt / Contact:

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

## **Strukturierte Lösungshilfen für Aufgaben zur Stöchiometrie**

Eine Konzeption von Lösungshilfen nach dem Cognitive-Apprenticeship-Ansatz

**D. Rosenberg, W. Jansen, M. Busker**

Das Bearbeiten von stöchiometrischen Aufgaben bereitet Lernenden häufig Schwierigkeiten. Ein Ansatz, in dem das Aufzeigen von Lösungsstrategien gezielt aufgegriffen wird, ist der des Cognitive Apprenticeship. Mit Hilfe dieses Konzeptes werden kognitive Prozesse sichtbar gestaltet.

*Stichwörter: Aufgaben, Lösungshilfen, Cognitive Apprenticeship*

### **Einleitung**

Stöchiometrische Betrachtungen gehören zu den wesentlichen, grundständigen Überlegungen der Chemie und werden häufig als chemisches Rechnen bezeichnet. Der Begriff „Stöchiometrie“ selbst leitet sich aus dem Griechischen ab (*stocheion* = *Grundstoff, Element* und *metron* = *maß*). Die Stöchiometrie beschäftigt sich unter anderem mit den Verhältnissen von Elementen in Verbindungen und den mengenmäßigen Beziehungen derer bei chemischen Reaktionen [1]. Diese Überlegungen sind grundlegend für das Verständnis von chemischen Reaktionen, weshalb das Themenfeld der Stöchiometrie über eine lange Zeit zu den wesentlichen Inhalten des Chemieunterrichts gehörte.

Derzeit werden Aspekte des chemischen Rechnens allerdings kaum noch im Unterricht behandelt [2]. Darüber hinaus zählen die Inhalte der Stöchiometrie schon seit langem zu den sogenannten harten Nüssen des Chemieunterrichts [2]. Die Erfahrungen im Chemieunterricht zeigen, dass Lernende mit den Inhalten des chemischen Rechnens häufig überfordert sind und ebenso schnell die Motivation, sich mit Fragestellungen der Stöchiometrie zu befassen, verlieren. Ebenso stellt dieses Themengebiet auch für Lehrende eine Herausforderung dar [3]. Es verleitet dazu, im Unterricht zu theoretisch und abstrakt vorzugehen, wodurch Lösungswege und Strategien für Lernende nur schwer zugänglich werden.

In der Chemiedidaktik selbst finden sich bereits verschiedene Ansätze, die sich mit einer motivierenden und nachhaltigen Vermittlung von stöchiometrischen Inhalten im Chemieunterricht befassen. MAYER [4] und auch BECHER [5] beschäftigen sich bereits in den frühen 80iger Jahren mit dieser Problematik und stellen jeder ein Unterrichtskonzept vor. In beiden Konzepten wird die Thematik mit den Begriffen der Atom- und Molekülmassen eröffnet. Daran anschließend werden die mathematischen Zusammenhänge zwischen molarer Masse, Masse und Stoffmenge eingeführt [4,5]. Ähnliche Konzepte stellen SCHMIDKUNZ als auch SCHMIDT vor [3,6]. SCHMIDKUNZ setzt die Unterrichtseinheit zum chemischen Rechnen in den Kontext der brennenden Ölquellen am Golf, bindet somit die Einheit in einen (für die damalige Zeit) sinnstiftenden Kontext ein und sieht darin eine Möglichkeit, Motivation und Interesse zu wecken [6].

KUGEL [7] als auch RÖSCH [3] widmen sich der Vereinfachung des stöchiometrischen Rechnens. Für KUGEL ist bei den Berechnungen ein transparenter und verständlicher Rechenweg sehr bedeutsam. Eine Möglichkeit sieht er in Flussdiagrammen, die den Rechenweg Schritt für Schritt mit vereinfachten, graphischen Elementen darstellen sollen [7]. RÖSCH [2] hingegen schlägt vor, Überlegungen des chemischen Rechnens mit verschiedenen großen und farbigen Perlen zu veranschaulichen, wobei diese Atome mit unterschiedlichen Gewichten darstellen. Mit dem Ansatz „chemische Formel light“ schlägt MATUSCHEK [8] vor, im Anfangsunterricht auf den Molbegriff zu verzichten und so erste stöchiometrische Zusammenhänge über die Atomanzahl einer Stoffportion zu diskutieren. STÄUDEL und WÖHRMANN [9] lösen sich von den Begrifflichkeiten der molaren Masse, Masse und Stoffmenge und deren Einführung im Unterricht und stellen Textrechenaufgaben im chemischen Kontext vor, die an den Alltag der Lernenden anknüpfen und allein mit Verhältnisrechnungen gelöst werden können. Auch in der aktuellen Diskussion finden sich Konzepte zum Thema des stöchiometrischen Rechnens. So schlägt FACH [10] vor, die Teilberechnung über das Gewicht eines einzelnen Atoms zur gesamten Masse vorzunehmen, dabei den Rechenweg an Alltagsgegenständen erlernen zu lassen (z.B. Berechnung der Anzahl an Gummierchen in einer Tüte, wenn das Gewicht eines einzelnen bekannt ist) und abschließend diese Rechnung auf chemische Reaktionen zu übertragen.

Nichtsdestotrotz liegt weiterhin eine Schwierigkeit in der transparenten Darstellung der wesentlichen Gedankengänge im stöchiometrischen Rechnen. Im Folgenden soll der Cognitive Apprenticeship (C. A.) Ansatz dargestellt werden, um auf Basis dessen eine Unterrichtseinheit zur Stöchiometrie zu präsentieren, die im Besonderen den Fokus darauf setzt, Gedankenprozesse der Stöchiometrie für Lernende verständlich und transparent zu machen.

### **Der Cognitive Apprenticeship Ansatz**

Cognitive Apprenticeship ist ein Oberbegriff für eine Lernmethode, die an Strukturen der traditionellen Ausbildung anknüpft. Mit Hilfe des Meister-Lehrlings-Verhältnisses sollen kognitive Prozesse sichtbar gemacht werden. Dieser Ansatz wird durch die situierte Kognition begründet und weist eine enge Verbindung zum situierten Lernen auf [11].

Der C. A. Ansatz baut auf der klassischen Ausbildungslehre auf, die in der Pädagogik unter dem Begriff *Traditional Apprenticeship* (T. A.) zu finden ist. In der traditionellen Ausbildung ist sehr häufig ein Meister-Lehrlings-Verhältnis vorzufinden, in dem der Meister seinem Lehrling zeigt, wie er die Aufgaben zu erledigen hat (Modeling) und ihm beim Bewältigen dieser hilft (Coaching). Anfänglich sind noch viele Hilfen nötig (Scaffolding), aber mit der Zeit werden diese weniger, sodass der Lehrling selbstständiger wird (Fading). Ebenso ist dem Lehrling zu jedem Zeitpunkt bewusst, welchen Zweck die geübten Einzelschritte für das Gesamtwerk bedeuten.

Beim Cognitive Apprenticeship bilden diese vier Aspekte (Modeling, Coaching, Scaffolding, Fading) die Basis und werden um drei weitere Phasen erweitert: Artikulieren (Articulation), Reflektieren (Reflection) und Anwenden (Exploration). Dabei sollen nicht die praktischen Handlungen, sondern die kognitiven Gedankengänge für die Lernenden sichtbar gestaltet werden. Dabei muss der gedankliche Lösungsprozess vollständig vom Lehrer erkannt und für die Lehrenden nachvollziehbar strukturiert werden. Abstrakte Inhalte und Aufgaben sollen in authentische Kontexte gebracht werden, sodass Lernende die Relevanz der Aufgabe nachvollziehen können. Der C. A. Ansatz umfasst sieben Phasen:

1. Modeling: Dies ist die Einstiegsphase, in der der Lehrende als Experte fungiert und sein Vorgehen den Lernenden ausführlich beschreibt und vorführt. Dabei ist es wichtig, dass er wesentliche Gedankengänge beschreibt und eine nachvollziehbare Darstellung der einzelnen Lösungsschritte aufzeigt.
2. Coaching: In dieser Phase befassen sich die Lernenden nun selbstständig mit der Aufgabe oder dem Problem. Dabei erfolgt die Betreuung des Lehrers durch gezielte Beobachtung und bedarfsgerichteter Hilfestellung.
3. Scaffolding: Diese Phase ist nicht klar von der vorigen Coachingphase abzugrenzen. Beobachtet der Lehrende, dass der Lernende Aufgaben nicht alleine lösen kann, hilft er diesem mit Anregungen, Tipps und Hinweisen; insgesamt werden jedoch weniger Hilfen benötigt als in der vorherigen Phase.
4. Fading: Im Verlauf des Lernprozesses wird der Lernende immer sicherer und gewinnt zunehmend an Selbstvertrauen und Eigenständigkeit. Seine Fähigkeiten und Fertigkeiten werden autonomer und für den Lehrenden ist dies ein Zeichen, dass er sich mit seinen Hilfestellungen und Tipps weiter zurückzieht.
5. Articulation: Diese Phase steht nicht unabhängig von den vorigen Phasen. Während des Lernprozesses sollen die Lernenden immer wieder dazu angehalten werden, ihre Denkprozesse und Problemlösungen miteinander zu besprechen.
6. Reflection: Die Denk- und Problemlöseprozesse sollen ebenso reflektiert werden, in dem diese mit anderen Lernenden oder dem Experten verglichen werden.
7. Exploration: Die neuen Fähigkeiten und Fertigkeiten sollen seitens der Lernenden auf andere Aufgaben und Probleme angewendet und übertragen werden [11,12].

Die ausführliche Darstellung des C. A. Modells zeigt gerade durch die strukturierten und ineinander wirkenden Phasen die Möglichkeiten auf, abstrakte Inhalte und komplexe Zusammenhänge klar und deutlich für die Lernenden darzustellen, zu erlernen und zu festigen. Im Folgenden soll dieses für die Gestaltung einer Unterrichtseinheit zur Einführung in die Stöchiometrie genutzt werden.

## Unterrichtsmaterialien zur Stöchiometrie nach dem C. A. - Ansatz

### *Grundlegende Überlegungen*

Bei dieser Einheit zum stöchiometrischen Rechnen wird der Schwerpunkt auf die Massenberechnungen von Edukten und Produkten bei chemischen Reaktionen gesetzt. Die Berechnungen erfolgen mit der Gleichung  $m = n \cdot M$ , da sich damit die kognitiven Gedankengänge des Berechnens strukturierter und sichtbarer gestalten sowie nachvollziehbar erklären lassen. Um die Gedankenschritte der stöchiometrischen Berechnungen zu verdeutlichen, wird ein Leitfaden mit entsprechenden Erläuterungen zu den jeweiligen Rechenschritten für die Phase des Modellings eingesetzt, bei dem die Lernenden Schritt für Schritt den Rechenweg nachvollziehen und umsetzen können. Durch diese strukturierte Schrittfolge und die separaten Erläuterungen der Schritte soll es den Lernenden erleichtert werden, den kognitiven Gedankengang zu erkennen und diesen besser nachvollziehen und anwenden zu können. Der Leitfaden umfasst vier Schritte und ist tabellarisch aufgebaut. In der linken Spalte ist der Rechenweg festgehalten und auf der rechten Seite befinden sich die Erklärungen zu den Rechenschritten (Aufgabenblatt 1).

Im ersten Schritt soll die Reaktionsgleichung festgehalten werden, weil diese für die weiteren Überlegungen der Berechnung bedeutsam ist, da durch diese ersichtlich ist, in welchem Verhältnis die Stoffe miteinander reagieren. Im zweiten Schritt des Leitfadens soll festgehalten werden, welche Masse gegeben und gesucht ist und in welchem Verhältnis die Stoffe reagieren. Die Verhältnisse werden als stöchiometrischer Koeffizient des gegebenen und gesuchten Stoffes bezeichnet und angegeben. Im dritten Schritt soll die molare Masse des gegebenen und gesuchten Stoff berechnet werden, da diese für die Stoffmengen- und Massenberechnungen benötigt werden. Der vierte Rechenschritt ist unterteilt in Schritt (a) und (b): im Teilschritt (a) erfolgt die Stoffmengenberechnung der umzusetzenden Teilchen und im Teilschritt (b) wird das Verhältnis der umzusetzenden Teilchen berücksichtigt, in dem die stöchiometrischen Koeffizienten eingesetzt werden. Im letzten Schritt erfolgt die Massenberechnung des gesuchten Stoffs anhand der vorausgerechneten Stoffmengenberechnung und der molaren Masse (Abb. 1).

Um die Lernenden für die Berechnungen motivieren zu können, wurden alle Rechenaufgaben mit Experimenten verknüpft (Abb. 2).

### *Umsetzung der sieben Phasen im Unterricht*

Zu Beginn der Einheit erläutert der Lehrer anhand des Aufgabenbeispiels „Wie viel Gramm Kupfer müssen eingesetzt werden, um 6 Gramm Kupfersulfid zu erhalten?“ den Leitfaden und legt dabei seine gedanklichen Überlegungen zu der Lösung der Aufgabe strukturiert, erklärend und verständlich dar. Die Ausführungen sind an die späteren Leitfäden der Schülerinnen und Schüler angelehnt. Die Lernenden sind in dieser Phase Beobachter, die den Erklärungen des Lehrenden folgen (**Modeling**). In der **Scaffoldingphase** bekommen sie zu den weiteren, jeweiligen Aufgaben den Leitfaden mit rechtsstehenden Erläuterungen zu den Gedankengängen als Hilfestellung zur Verfügung gestellt. Der Lehrende selbst rückt nun durch die

vermehrte eigenständige Arbeit der Lernenden in den Hintergrund und beobachtet nun gezielt, welche Hilfestellungen die Lerngruppen bei den Aufgaben benötigen (**Coaching**). Der vierstufige Leitfaden mit den Hilfestellungen begleitet den Lernenden durch alle Aufgaben, allerdings existieren verschiedene Versionen des Leitfadens: Sind die Lernenden bei den stöchiometrischen Berechnungen noch sehr unsicher, kann der Leitfaden, der alle Hilfestellungen enthält, eingesetzt werden. Werden die Lernenden zunehmend sicherer und eigenständiger bei den stöchiometrischen Betrachtungen, können die Hilfestellungen stufenweise entfallen, indem zuerst die blau eingefärbten Formelhilfen entfallen, dann die grün markierten Hilfestellungen und zum Ende auch noch die rot eingefärbten Formelhilfen, sodass dann nur noch die Struktur des Leitfadens bleibt (**Fading**) (Abb. 3) bis dahin, dass die Berechnungen gänzlich ohne den Leitfaden durchgeführt werden können. Der Lehrende steht den Lernenden in diesen Phasen als Experte zur Verfügung. Die Lernenden absolvieren alle Aufgaben in Partnerarbeit, um sich beim Lösen auszutauschen (**Articulation**). Die Aufgaben werden anschließend ausgewertet, indem sich die Schüler untereinander oder auch gemeinsam mit der Lehrkraft ihre Ergebnisse vorstellen und dabei reflektieren (**Reflection**). In der **Explorationsphase** bekommen die Lernenden eine weitere Aufgabe, welche eine fehlerhafte Rechnung enthält, auf der sie ihr gelerntes Wissen dann anwenden sollen, in dem sie die Fehler in der Rechnung finden (Abb. 4).

### **Ausblick**

Die Unterrichtsmaterialien wurden an zwei Gemeinschaftsschulkassen des neunten Jahrgangs (N = 48) erprobt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler den Leitfaden als sinnvoll einschätzt. Schwierigkeiten besaßen die Lernenden vor allem im dritten und vierten Schritt, so dass dieser Abschnitt des Leitfadens nochmal überarbeitet wurde. Die aufgeführten Arbeitsblätter in diesem Heft entsprechen diesen Änderungen.

**Aufgrund der insgesamt positiven Erfahrungen** sind bisher weitere Leitfäden zur Konzentrations- und Pufferberechnung für den Einsatz zu Studienbeginn oder in der Sekundarstufe II entwickelt worden. Diese können auf der Homepage der Chemiedidaktik an der Universität Flensburg eingesehen werden.

### Literatur:

[1] Nylén, P., Wigren, N.: Einführung in die Stöchiometrie“, 17. Auflage, Darmstadt (1978)

[2] Schmidt, H.J.: Das stöchiometrische Rechnen – ein Plädoyer für ein unbeliebtes Thema im Chemieunterricht, PDN Chemie, 4, 8-13 (1992)

[3] Rösch, K: Chemisches Rechnen – oder Vergleich von Atomen mit Perlen“, MNU, 40, 361 (1987)

- [4] Mayer, G.: Zur Problematik Größengleichungen in Klasse 7, Chemie in der Schule, 6, 233-234 (1982)
- [5] Becher, H. J.: Erfahrungen mit der Einführung des stöchiometrischen Rechnens in Klasse 7, Chemie in der Schule, 11, 463-465 (1982)
- [6] Schmidkunz, H.: Die brennenden Ölquellen am Golf – Fakten, Zahlen und Konsequenzen mit einfachen stöchiometrischen Berechnungen als umweltorientierte Nachbesinnung, NiU-Chemie, 13, 122-123 (1992)
- [7] Kugel, W.: Rechnen mit Größen im Flußdiagramm, PDN, 1, 21-23 (1986)
- [8] Matuschek, C.: Chemische Formel „light“, NiU-C, 25. 15-17 (1994)
- [9] Stäudel, L.; Wöhrmann, H.: Chemisches Rechnen und Stöchiometrie, NiU-Chemie, 25, 53-56 (1994)
- [10] Fach, M.: Stöchiometrisches Rechnen im Chemieunterricht – Entwicklung, konzeptionelle Einbettung und Optimierung von Lernangeboten auf der Basis empirischer Untersuchungen, in Parchmann, I., Hößle, C., Komorek, M., Wloka, K. (Hrsg): Studien zur Kontextorientierung im naturwissenschaftlichen Unterricht, Band 3 (2007)
- [11] Krapp, A., Weidenmann, B.: Pädagogische Psychologie, 5. Auflage, Weinheim, Basel (2006)
- [12] Collins, A., Brown, J. S., Holum, A.: Cognitive Apprenticeship: Making Thinking Visible, American Educator, 6-46 (1991)
- [13] Universität Oldenburg: Entwicklung einer kontextbasierten und durch Aufgaben strukturierten Unterrichtseinheit zur Stöchiometrie, Im Internet zu finden unter: <https://www.uni-oldenburg.de/chemie/chemiedidaktik/arbeitsgebiete-und-projekte/chemie-im-kontext/chik-unterrichtsforschung/entwicklung-ue-stoechiometrie/>

Anschrift der Verfasser:

*Dominique Rosenberg, Prof. em. Dr. Walter Jansen und Prof. Dr. Maike Busker,  
Europa-Universität Flensburg, Abteilung Chemie und ihre Didaktik, Auf dem Campus  
1, 24943 Flensburg, Email:*

[dominique.rosenberg@uni-flensburg.de](mailto:dominique.rosenberg@uni-flensburg.de)

[w.jansen.fl@icloud.com](mailto:w.jansen.fl@icloud.com)

[maike.busker@uni-flensburg.de](mailto:maike.busker@uni-flensburg.de)

## **Zusammenfassung:**

Das Bearbeiten von stöchiometrischen Aufgaben bereitet Lernenden häufig Schwierigkeiten. Ein Ansatz, in dem das Aufzeigen von Lösungsstrategien gezielt aufgegriffen wird, ist der des Cognitive Apprenticeship (C. A.). Mit Hilfe dieses Konzeptes sollen kognitive Prozesse sichtbar gestaltet werden und die Vorteile der praktischen Ausbildung für die theoretische Ausbildung genutzt werden. Dazu wurden verschiedene Materialien zu stöchiometrischen Problemstellungen mit entsprechenden Lösungshilfen nach dem C. A.-Ansatz konzipiert.



**Wie viel Gramm Kupfer müssen eingesetzt werden, um 6 Gramm Kupfersulfid zu erhalten?**

$$m = n \cdot M$$

Masse = Stoffmenge · molare Masse

|   |  |
|---|--|
| 1. $\text{Cu} + \text{S} \rightleftharpoons \text{CuS}$   | Aufstellen der Reaktionsgleichung.   |
| 2. geg.: $m(\text{CuS}) = 6 \text{ g}$ ges.: $m(\text{Cu})$<br><br>stöch. Koeffizient des geg. Stoffes: 1<br>stöch. Koeffizient des ges. Stoffes: 1   | Gegeben und Gesucht festhalten.<br><br>Anschließend die stöch. Koeffizienten des gegebenen und gesuchten Stoffes aufschreiben.   |
| 3. Molare Masse <b>M</b> des geg. und ges. Stoffes:<br><br>$M(\text{CuS}) = 64 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad M(\text{Cu}) = 64 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$<br><br>$M(\text{CuS}) = 96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$  | Die Molare Masse vom gegebenen und gesuchten Stoff berechnen.  |
| 4. Stoffmenge <b>n(CuS)</b> berechnen:<br><br>a) $m = n \cdot M \quad n = \frac{m}{M}$<br><br>$n(\text{CuS}) = \frac{m(\text{CuS})}{M(\text{CuS})}$<br><br>$n(\text{CuS}) = \frac{6 \text{ g}}{96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$<br><br>$\underline{n(\text{CuS}) = 0,0625 \text{ mol}}$<br><br>b) $n(\text{ges}) = \frac{n(\text{geg})}{\text{stöch. K. geg.}} \cdot \text{stöch. K. ges}$<br><br>$n(\text{Cu}) = \frac{n(\text{CuS})}{\text{stöch. K. CuS}} \cdot \text{stöch. K. (Cu)}$<br><br>$n(\text{Cu}) = \frac{0,0625 \text{ mol}}{1} \cdot 1 = 0,0625 \text{ mol}$ | a) Die Stoffmenge n anhand der Formel $n = \frac{m}{M}$ bestimmen.<br><br>b) Die errechnete Stoffmenge ins Verhältnis zu den stöchiometrischen Koeffizienten (K) setzen. |
| 5. Von der Stoffmenge n zur gesuchten Masse m:<br><br>$n(\text{Cu}) = 0,0625 \text{ mol} \quad M(\text{Cu}) = 64 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$<br><br>$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu})$<br>$m(\text{Cu}) = 0,0625 \text{ mol} \cdot 64 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$<br>$\underline{m(\text{Cu}) = 4 \text{ g}}$   | Die Masse m des gesuchten Stoffes mit der Formel $m = n \cdot M$ berechnen.  |

**Abb. 1: Leitfaden mit strukturierten Lösungshilfen mit Beispielaufgabe Kupfersulfid**

## Versuch: Sodbrennen – Chemie hilft

Wenn wir manchmal zu fettiges Essen gegessen haben, produziert unser Magen zu viel Salzsäure. Dann kann es zu lästigem Sodbrennen kommen, welches sehr unangenehm ist. Damit es uns dann schnell wieder gut geht, gibt es Mittel, wie Rennie oder Bullrich-Salz, in der Apotheke. Wir wollen uns einmal anschauen, wie diese Mittel uns eigentlich helfen.



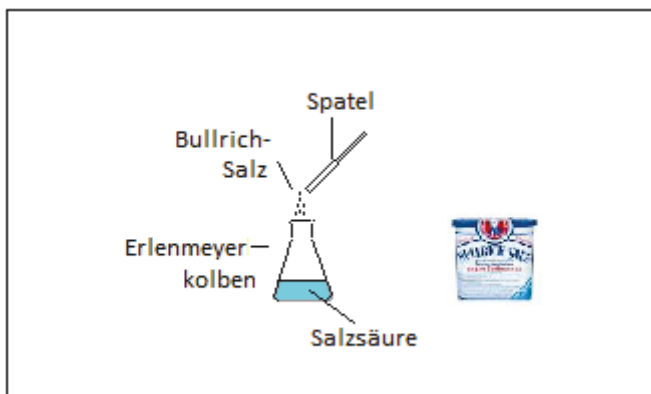
### Geräte:

- Erlenmeyerkolben
- Spatel
- Messzylinder

### Chemikalien:

- „Bullrich-Salz“-Pulver
- verdünnte Salzsäure

### Skizze:



### Durchführung:

Gib 40 ml Salzsäure in den Erlenmeyerkolben.  
Füge dann anschließend eine Tablette Bullrich-Salz hinzu.

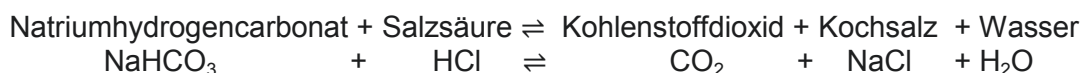
Notiere deine Beobachtung.

### Entsorgung:

Die Salzsäure-Bullrich-Salz-Lösung kann in dem Ausguss entsorgt werden.

### Versuch: Sodbrennen – Chemie hilft

Bullrich-Salz besteht zu 100% aus Natriumhydrogencarbonat. Nehmen wir diesen Stoff ein, so reagiert er mit der Salzsäure aus unserem Magen. Es findet eine chemische Reaktion statt, bei der das Gas Kohlenstoffdioxid, Kochsalz und Wasser entstehen:



**Dein Magen hat 1g Salzsäure zu viel produziert. Wie viel Bullrich-Salz (NaHCO<sub>3</sub>) müsstest du einnehmen?**

|   |  |  |
|---|--|--|
| 1.  |  | Aufstellen der Reaktionsgleichung.   |
| 2. geg.:  | ges.:  | Gegeben und Gesucht festhalten.  |
| stöch. Koeffizient des geg. Stoffes:  |  | Anschließend die stöch. Koeffizienten des gegebenen und gesuchten Stoffes aufschreiben.        |
| stöch. Koeffizient des ges. Stoffes:  |  |  |
| 3. Molare Masse <b>M</b> des geg. und ges. Stoffes:   |  | Die Molare Masse vom gegebenen und gesuchten Stoff berechnen.                                  |
| $M(\text{geg.}) =$  | $M(\text{ges.}) =$   |  |
| 4. Stoffmenge <b>n(geg.)</b> berechnen:   |  | a) Die Stoffmenge $n$ anhand der Formel $n = \frac{m}{M}$ bestimmen.                           |
| a) $m = n \cdot M$  | $n = \frac{m}{M}$  |  |
|   | $n(\text{geg.}) = \frac{m(\text{geg.})}{M(\text{geg.})}$       |  |
|   | $n(\text{geg.}) =$ _____                                       |  |
|   | $n(\text{geg.}) =$ _____ g                                     |  |
| b) $n(\text{ges.}) = \frac{n(\text{geg.})}{\text{stöch.K. geg.}} \cdot \text{stöch. K. ges.}$ |  | b) Die errechnete Stoffmenge ins Verhältnis zu den stöchiometrischen Koeffizienten (K) setzen. |
|   | $n(\text{ges.}) =$ _____ $\cdot$ _____ = _____ mol             |  |
| 5. Von der Stoffmenge <b>n</b> zur gesuchten Masse <b>m</b> :                                 |  | Die Masse $m$ des gesuchten Stoffes mit der Formel $m = n \cdot M$ berechnen.                  |
| $n(\text{ges.}) =$  | $M(\text{ges.}) =$   |  |
|   | $m(\text{ges.}) = n(\text{ges.}) \cdot M(\text{ges.})$         |  |
|   | $m(\text{ges.}) =$ _____ $\cdot$ $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ |  |
|   | $m(\text{ges.}) =$ _____                                       |  |

**Abb. 3: Leitfaden mit strukturierten Lösungshilfen zur Aufgabe „Sodbrennen – Chemie hilft**

## Max hat Mist gemacht ...

Max ist in der neunten Klasse einer Realschule und musste im Chemieunterricht folgende Aufgabe lösen:

**Wenn Aluminium und Chlor miteinander reagieren, entsteht das Salz Aluminiumchlorid.**

**Wortgleichung:** Aluminium + Chlor  $\rightleftharpoons$  Aluminiumchlorid

**Reaktionsgleichung:**  $2 \text{ Al} + 3 \text{ Cl}_2 \rightleftharpoons 2 \text{ AlCl}_3$

**Wie viel Aluminium musst du einsetzen, um 10 g Aluminiumchlorid zu erhalten?**

Max hat die Aufgabe wie folgt gerechnet:

geg.:  $m(\text{AlCl}_3) = 10 \text{ g}$                       ges.:  $m(\text{Al})$

stöch. Koeffizient des geg. Stoffes: 2

stöch. Koeffizient des ges. Stoffes: 2

Molare Masse berechnen:

$$M(\text{AlCl}_3) = 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 35 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M(\text{Al}) = 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M(\text{AlCl}_3) = 62 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Stoffmenge  $n$  berechnen:

$$m = n \cdot M$$

$$m(\text{AlCl}_3) = n \cdot M(\text{AlCl}_3)$$

$$n(\text{AlCl}_3) = \frac{M(\text{AlCl}_3)}{m(\text{AlCl}_3)} \quad n(\text{AlCl}_3) = \frac{62 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{10 \text{ g}} \quad \underline{n(\text{AlCl}_3) = 6,2 \text{ mol}}$$

$$n(\text{Al}) = \frac{6,2 \text{ mol}}{2} \cdot 2 = 6,2 \text{ mol}$$

Von der Stoffmengenkonzentration  $n$  zur gesuchten Masse  $m(\text{Al})$ .

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al})$$

$$m(\text{Al}) = 6,2 \text{ mol} \cdot 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m(\text{Al}) = 167 \text{ g}$$

Max musste die Aufgabe abgeben. Als er sie wieder bekommt, sieht er, dass das Ergebnis falsch ist. Welche Fehler hat Max gemacht und wie könnte der richtige Rechenweg aussehen?

**Abb. 4: Anwendungsaufgabe „Max hat Mist gemacht“ für die Explorationsphase**