



VERBAND ZUR FÖRDERUNG
DES MINT-UNTERRICHTS
BERLIN/BRANDENBURG



Wir sind auch für die Grundschule da!

Der MNU Landesverband Berlin/Brandenburg e.V. stellt sich vor.

Liebe Grundschullehrerin, lieber Grundschullehrer,

Sie halten diese Broschüre in Ihren Händen, weil Sie auf irgendeine Weise mit unserem MNU-Landesverband Berlin/Brandenburg in Berührung gekommen sind – sei es, dass Sie an einer von uns organisierten oder mit organisierten Veranstaltung teilnehmen oder dass Sie mit einem unserer Mitglieder Kontakt haben.

Wir wollen mit unserer Tätigkeit alle MINT-Fächer an den Schulen fördern. Das sind nicht nur die MINT-Fächer der Oberschulen, sondern auch der Sachunterricht und der naturwissenschaftliche Unterricht (NAWI) an den Grundschulen. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass in Berlin und Brandenburg der Schulwechsel in die Oberschule nicht schon nach der 4. Klasse, sondern erst nach der 6. Klasse stattfindet. Wir wollen z.B. durch Fortbildungen auch die Grundschul-Lehrkräfte in diesen relativ neuen Unterrichtsfächern unterstützen, die nicht wenige Lehrkräfte mit abdecken müssen - auch wenn sie in diesen Fächern gar nicht ausgebildet wurden.

Als MNU-Landesverband agieren wir als regionale Gliederung des MNU-Bundesverbands. Wir geben Ihnen nachfolgend eine Übersicht über unsere wichtigsten Aktivitäten.

MNU-Landestagung

Unsere jährlich im Spätsommer stattfindende Tagung wird gut angenommen. 2019 haben wir z.B. 535 Teilnehmer*innen 24 Vorträge und 46 Workshops angeboten. Auf dieser Tagung gibt es regelmäßig auch einen Themenbereich, der sich an Grundschullehrkräfte richtet. Wir laden Sie ein, sich über die Veranstaltungen der vergangenen Landestagungen auf

www.mnu-bb.de/Tagungen/jahrestagung.shtml

ein Bild zu machen. In unsere Tagung integrieren wir Aussteller, die auf Ständen ihre Unterrichtsmaterialien vorstellen. Zwischen den Veranstaltungen sowie dem integrierten "MNU-Abend" haben Sie die Möglichkeit, sich mit Kolleg*innen zwanglos auszutauschen.

Eine derart umfangreiche Tagung können wir nur MNU-Mitgliedern kostenlos anbieten. Nichtmitglieder müssen einen jährlich neu festgesetzten Unkostenbeitrag leisten.

2020 musste die Landestagung pandemiebedingt ausfallen, 2021 haben wir stattdessen den MNU-Bundeskongress (online) durchgeführt. Wir hoffen, 2022 auch wieder Präsenzveranstaltungen anbieten zu können.

JuLe-Tagung

Gemeinsam mit T³ Deutschland und der Regionalen Fortbildung des Landes Berlin führen wir die jährliche Junglehrertagung (JuLe) durch. Diese Veranstaltung ist für MNU-Mitglieder kostenlos.

MNU-Bundeskongress

Vom 04. bis zum 06. März 2021 hat der MNU LV Berlin/Brandenburg den MNU-Bundeskongress erstmals online ausgerichtet. 1324 angemeldeten Personen wurden dort Workshops und (Experimental-)vorträge in den Fächern Mathematik, Informatik, Medienbildung, Biologie, Chemie und Physik sowie Mathematik, Sachunterricht und Naturwissenschaften für die Grundschule und auch fachübergreifende Themen in insgesamt zehn parallelen Veranstaltungssträngen angeboten.

Für die Angebote der Schulbuchvorlage und Lehrmittelanbieter gab es eine Gelegenheit auf virtuellen Marktständen ihre Materialien vorzustellen. Den Teilnehmern boten virtuelle Cafés Gelegenheit, sich mit anderen Teilnehmer*innen zu einem Gedankenaustausch zu treffen.

Eine Teilnahme an den jährlichen MNU-Bundeskongressen ist für MNU-Mitglieder zu deutlich reduzierten Tagungsgebühren möglich.

MNU-Zeitschrift

MNU-Mitglieder erhalten 6 Mal im Jahr kostenlos die MNU-Mitgliederzeitschrift „MNU Journal“.

Auch hier gibt es Beiträge, die die MINT-Fächer in allen Altersstufen abdecken. Als MNU-Mitglied haben Sie Zugriff auf das digitale Archiv. Eine Zeit lang hat der MNU-Bundesverband zusätzlich die Zeitschrift „Primar“ herausgegeben, in der Themen für den Grundschulbereich gebündelt waren. Um Ihnen einen Eindruck zu geben, enthält diese Broschüren einige Artikel aus beiden Zeitschriften.

MNU-Mitgliedschaft

Eine Mitgliedschaft kann man nur beim MNU-Bundesverband beantragen. Der Bundesverband ordnet die Mitglieder abhängig von ihrem Dienstort dem zuständigen Landesverband zu. Der MNU-Mitgliedsbeitrag beträgt aktuell 80,00 Euro pro Jahr.

In den Ländern Berlin und Brandenburg zahlen die Lehrkräfte an den Grundschulen in den ersten beiden Jahren lediglich 30,00 € Mitgliedsbeitrag. Sie haben Zugriff auf die Angebote aus dem Mitgliederbereich. Die Mitgliedschaft können Sie online beantragen:

www.mnu.de/mitgliedschaft#beitritt

MNU-Mitglieder erhalten aktuell Sonderkonditionen für ein Abonnement „Spektrum – die Woche“ und können die Feedback-Plattform „Edkimo“ kostenfrei nutzen.

MNU-Mitglieder unterstützen mich in ihrer Mitgliedschaft auch unsere "hinter den Kulissen" stattfindenden Aktivitäten, bei denen wir uns z.B. bei den zuständigen Verwaltungen für eine Verbesserung des MINT-Unterrichts einsetzen. In den Rahmenplänen der Bundesländer steckt z.B. eine Menge MNU!



Inhaltsverzeichnis der Zeitschriftartikel

- 3 R. Scheurer, H. Lucas
Von »Anionischen Tensiden« bis »Zeolithe« – Teil 1
Primar **1**(2009) 29-34
- 8 A.-S. Steinweg
Rechnest Du noch mit Fingern? – Aber sicher!
Primar **1**(2009) 124 – 128
- 13 A. Wind, R. Scheuer, I. Melle
Brausepulver – Eine Experimentierreihe für den Elementarbereich
Primar **1**(2009) 135 – 140
- 18 B. Lanz
Geheimnisvoller Magnetismus – Teil 1
Primar **2**(2010) 24 – 30
- 25 M. Hums-Heusel
Lernumgebung »Butterkekse«
Primar **2**(2010) 137 – 141
- 29 S. Streller
Seifenblasen – vergängliche Schönheit
MNU-Journal **67** (2014), 345-349

Von »Anionischen Tensiden« bis »Zeolithe«

Die Waschmittelinhaltsstoffe im naturwissenschaftlichen Sachunterricht – Teil 1

RUPERT SCHEUER – HILDEGARD LUCAS

Die Regale in den Drogerien und Supermärkten stehen voll mit verschiedenen Waschmitteln. Um beim Einkauf Entscheidungen – unabhängig von der Werbung – treffen zu können, benötigt der Verbraucher Kenntnisse und Handlungskompetenzen. Im Sinne einer allgemeinen Verbraucheraufklärung kann bereits der frühe naturwissenschaftliche Unterricht einen ersten Beitrag leisten. Mit einfachen, gut nachvollziehbaren Experimenten können bereits im Sachunterricht auf der phänomenologischen Ebene fachliche und prozessbezogene Kompetenzen erworben werden, die dann im Alltag eingesetzt werden können. Im Teil 1 werden Sachinformationen zum Thema gegeben, im Teil 2 erfolgen Vorschläge für die unterrichtliche Behandlung.

1 Hintergrundinformationen

»Tenside«, »Bleichmittel«, »Farbübertragungsinhibitoren« und »Zeolithe« sind Begriffe, die der Verbraucher heute auf Waschmittelverpackungen findet und mit denen auch Kinder konfrontiert werden. Doch welche Substanzen stecken eigentlich hinter diesen Fachbegriffen und welche Funktion übernehmen sie beim Waschprozess? Worin besteht der Unterschied zwischen einem Fein- und einem Vollwaschmittel? Wie wasche ich richtig und umweltschonend? Wie hat sich das Waschen im Laufe der Zeit entwickelt?

1.1 Waschen im Wandel der Zeit

Waschen und Reinigen zählen nach Maslow zu den Grundbedürfnissen der Menschheit und sind Teil ihrer Kulturgeschichte (EDELMANN 1996). Vor 100 Jahren lösten die neu entwickelten »selbsttätigen« Waschmittel das mühevollen Waschen mit Wasser und Kernseife ab. Moderne Waschmittel ersparen seitdem der Hausfrau bzw. dem Hausmann das schweißtreibende Rubbeln von Wäsche auf Waschbrettern. Statt der langwierigen »Rasenbleiche« sorgen nun Perborate für strahlend weiße Wäsche. Zeolithe fangen heute wie ein Sieb die Härtebildner des Wassers ab und enthärten so kalkhaltiges Wasser. Früher musste auf Regenwasser oder auf Wasser aus Flüssen und Seen zurückgegriffen werden, um mit »weichem

Wasser« zu waschen. Die anfallende Schmutzwäsche hat sich in den letzten 50 Jahren verdoppelt. Wurden 1960 in einem deutschen Haushalt 277 kg Wäsche pro Jahr gewaschen, so sind es heute rund 550 kg (PÜTZ 2000).

Als Waschmittel werden Stoffgemische bezeichnet, die in Wasser gelöst der Reinigung von Textilien dienen. Das erste »selbsttätige« Waschmittel wurde 1907 von dem Deutschen Forscher FRITZ HENKEL entwickelt. Unter dem Namen Persil wird es seit über 100 Jahren von der Düsseldorfer Firma Henkel weltweit vermarktet (Abb. 2). Das Kunstwort »Persil« setzt sich zusammen aus den Anfangsilben der von FRITZ HENKEL neu entwickelten Inhaltsstoffe Natriumperborat und Silikat. Die Rezepturen der Waschmittel veränderten sich in den letzten 100 Jahren und werden auch in Zukunft einem gewissen Wandel unterliegen. Die Optimierung der Waschergebnisse und die weitere Minimierung der Umweltbelastung standen – und stehen heute immer noch – im Focus der Waschmittelforschung.



Abb. 1
Wäsche-
waschen im
Wandel der
Zeit
(Quelle: Ger-
manisches
National-
museum Nürn-
berg)



Abb. 2 Persil
(Quelle: Henkel, Düsseldorf)

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts war insbesondere die Reduktion der Phosphate in den Abwässern ein wichtiges Ziel der Forschungsabteilungen großer Waschmittelhersteller. Henkel brachte 1986 das erste völlig phosphatfreie Waschmittel auf den Markt. Seit 1990 werden in Deutschland keine phosphathaltigen Waschmittel mehr angeboten (IKW 2008).

Phosphate sind ungiftig und Bestandteil des Stoffwechsels eines jeden Organismus. Eine Gefahr für die Umwelt geht von Phosphaten nur dann aus, wenn sie im Übermaß in Gewässer gelangen. Für im Wasser lebende Pflanzen wirken Phosphate als Nährstoffe. Ein Zuviel an Phosphaten führt dann zum übermäßigen Wachstum pflanzlicher Biomasse (»Eutrophierung«).

Die Einführung phosphatfreier Waschmittel hat einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung des Phosphatanteils in Flüssen und Seen geleistet – ein wichtiger Fortschritt für die Umwelt. Insgesamt sind in den letzten 20 Jahren die Waschmittel wesentlich umweltfreundlicher geworden. Stark umweltbelastende Bestandteile sind – zumindest in deutschen Waschmitteln – nicht mehr enthalten.

1.2 Waschmittelverbrauch heute

Der Gesamtmarkt der Wasch-, Pflege- und Reinigungsmittel (WPR) in Deutschland lag im Jahr 2007 bei 3,87 Milliarden Euro. Der Pro-Kopf-Anteil an WPR-Produkten betrug 47 Euro. Mit einer Milliarde Euro sind die Universalwaschmittel marktbeherrschend. Im Jahr 2007 betrug der Pro-Kopf-Verbrauch an Waschmitteln 7,6 Kilogramm (IKW 2008). Der Vergleich von beispielsweise 3 kg Waschpulver heute und im Jahr 1995 zeigt, dass es durch Konzentrierung, neuen Rezepturen und Inhaltsstoffen gelungen ist, mit der selben Kilogramm-Menge eine deutlich höhere Zahl an Standard-Waschladungen zu waschen – nämlich 32 heute im Vergleich zu 20 im Jahr 1995 (IKW 2008). Durch das Waschen bei tieferen Temperaturen ist auch der Energieverbrauch von rund 3 Kilowatt-Stunden auf heute weit unter 2 Kilowatt-Stunden pro Waschgang gesunken. Heute kann der Verbraucher aus 250 verschiedenen Waschmitteln auswählen.

»Verordnung über Höchstmengen für Phosphate in Wasch- u. Reinigungsmitteln«

Die Phosphathöchstmengenverordnung legt Obergrenzen für den Phosphatgehalt von Waschmitteln im Haushalt und in Wäschereien fest, um den Phosphateintrag in die Gewässer zu verringern. Die für den Phosphatgehalt der Produkte maßgeblichen Werte gelten in zwei Stufen ab 01.10.1981 bzw. 01.01.1984. Überschreitungen der Werte können als Ordnungswidrigkeiten geahndet werden. Die für den gesamten Waschgang maximal zugelassenen Phosphatmengen sind in der Verordnung detailliert, nach Wasserhärtebereichen aufgeschlüsselt, aufgeführt.

Infokasten 1 Phosphathöchstmengenverordnung von 1980

- ab 1986 phosphatfreie Pulver-Waschmittel
- ab 1988 Umstellung auf Kompaktwaschmittel
- ab 1991 Colorwaschmittel (ohne Bleichmittel und ohne optische Aufheller)
- ab 1994 Superkonzentrat-Waschmittel (»Megaperls«)
- ab 1997 Gel-Waschmittel
- ab 1998 Waschmitteltabs

Infokasten 2 Meilensteine der Waschmittelherstellung

1.3 Die Waschmittelinhaltsstoffe

Je nach Einsatzgebiet lassen sich die Waschmittel in Gruppen von recht ähnlicher, zum Teil sogar identischer Zusammensetzung zusammenfassen (siehe Tab. 1).

Zentraler Inhaltsstoff aller Waschmittel sind die Tenside. Sie lösen den Schmutz ab und verhindern zugleich auch die Wiederablagerung der gelösten Schmutzteilchen auf dem Gewebe. Die Anionischen Tenside sind die am häufigsten verwendeten waschaktiven Substanzen in Wasch- und Reinigungsmitteln. Die Nichtionischen Tenside werden in Waschmitteln zusammen mit Anionischen Tensiden eingesetzt. Sie steigern die Waschkraft bei niedrigen Waschttemperaturen. Die dritte Gruppe der Tenside, die sogenannten Kationischen Tenside, haben keine Waschwirkung. Sie sind in Weichspülern enthalten, weil sie die Oberflächenbeschaffenheit der Fasern so beeinflussen, dass sich die Wäschestücke weich und flauschig anfühlen.



Abb. 3 Vielfalt der Waschmittel im Supermarkt-Regal

Für einen optimalen Waschprozess wird weiches Wasser benötigt. Enthärter (z. B. Zeolithe, Polycarboxylate) beseitigen die Wasserhärte, die durch Calcium- und Magnesium-Ionen (Ca^{2+} bzw. Mg^{2+}) im Wasser hervorgerufen wird. Diese beiden Ionen bilden mit Carbonat-Ionen (CO_3^{2-}) schwerlösliche Salze, die sich auf der Wäsche und den Heizstäben absetzen und somit den Waschvorgang stören. Die Enthärter binden die Calcium- und Magnesium-Ionen und verhindern so die Bildung der schwerlöslichen Salze (z. B. Kalk CaCO_3).

Die Bleichmittel (z. B. Natriumperborat) können die im Wäscheschmutz vorkommenden organischen Farbstoffe entfärben, indem sie die Farbstoffe chemisch oxidieren. Um die Wirksamkeit von Bleichmitteln bei niedrigen Waschttemperaturen zu erhöhen, werden sogenannte Bleichaktivatoren (z. B. TEAD) dem Waschmittel zugesetzt.

Bereits angetrockneter stärke- und eiweißhaltiger Schmutz kann durch Enzyme entfernt werden. Sie sind schon in sehr geringen Konzentrationen wirksam. Proteasen sind Enzyme, die speziell nur Eiweiße in kleine Moleküle spalten, die dann einfacher aus dem Gewebe ausgewaschen werden können. Um Stärke zu spalten, müssen sogenannte Amylasen eingesetzt werden. Lipasen sind fettspaltende Enzyme.

Mit Hilfe von Optischen Aufhellern strahlt die Wäsche nach dem Waschvorgang noch weißer. Die Wäsche absorbiert kurzwelliges Licht, so dass dem reflektierten Licht der Blauanteil fehlt. Das Auge nimmt einen Gelbstich

wahr, die Komplementärfarbe der Blauabsorption. Die Optischen Aufheller wandeln einen Teil des im Tageslicht enthaltenen unsichtbaren UV-Lichts in sichtbares blaues Licht um. Dadurch hat das von der Wäsche reflektierte Licht einen hohen Blauanteil und das menschliche Auge nimmt ein strahlendes Weiß wahr. Optische Aufheller ziehen beim Waschen auf die Faser und verbleiben dort. Textilien, die einmal mit Optischen Aufhellern gewaschen wurden, leuchten intensiv unter einer UV-Licht-Lampe. Erste Optische Aufheller wurden 1950 erprobt.

Um Farbübertragungen beim Waschen von unterschiedlich gefärbten Textilien zu vermeiden, werden dem Waschmittel Farbübertragungsinhibitoren zugesetzt. Sie sorgen dafür, dass sich die während des Waschens abgelösten Farbstoffteilchen nicht auf andere Textilstücke absetzen, sondern in der Waschflotte verbleiben. Farbübertragungsinhibitoren sind charakteristische Inhaltsstoffe von Colorwaschmitteln.

Um den typischen und häufig unangenehmen Geruch der Waschlauge zu unterdrücken und der frischen gewaschenen Wäsche eine entsprechende Duftnote zu verleihen,

wurden in den 50er Jahren den Waschmitteln erstmals Duftstoffe zugesetzt. Heute ist oftmals der Duft entscheidend, welches Waschmittel gekauft wird.

In pulverförmigen Waschmitteln wird Natriumsulfat (Na_2SO_4) als Füllstoff bzw. Stellmittel verwendet. Es sorgt für eine gute Rieselfähigkeit und erleichtert die Dosierung des Waschmittels. Die modernen Kompaktwaschmittel sind in der Regel frei von Füllstoffen.

1.4 Der Waschprozess

Das heutige Angebot an Textilien ist äußerst variantenreich. Neben den klassischen Naturfasern Baumwolle, Wolle und Leinen steht dem Bekleidungssektor eine Reihe von synthetischen Fasern zur Verfügung. Der Verbraucher muss beim Zusammenstellen der zu waschenden Textilien und bei der Auswahl des Waschprogramms und des Waschmittels einige Grundprinzipien beachten, um nicht nach dem Waschprozess eine böse Überraschung zu erleben. Hohe Temperaturen und viel Mechanik erhöhen zwar die Waschkraft, belasten aber zugleich die

| | |
|--|--|
| Universalwaschmittel (pulverförmig) | <ul style="list-style-type: none"> • enthalten Bleichmittel; daher sehr wirkungsvoll beim Entfernen bleichbarer Flecken • ideal zum Waschen weißer und schwach gefärbter Textilien • hohe Alkalität; daher nicht für pH-empfindliche Textilien (z. B. Wolle oder Seide) geeignet |
| Kompaktwaschmittel | <ul style="list-style-type: none"> • seit 1989 im Handel • Rezeptur ähnlich der phosphatfreien Universalwaschmittel, allerdings ohne Füllstoffe • Reduzierung der Dosiermenge |
| Colorwaschmittel | <ul style="list-style-type: none"> • seit 1992 im Handel • enthalten keine Bleichmittel und keine optischen Aufheller • enthalten Farbübertragungsinhibitoren • ideal zum Waschen farbiger Textilien • bei allen Waschttemperaturen einsetzbar |
| Universalwaschmittel (flüssig) | <ul style="list-style-type: none"> • seit 1981 in Europa auf dem Markt (USA und Japan bereits vorher) • phosphatfrei und ohne Bleichmittel • ideal zum Waschen synthetischer Textilfasern (Polyester; Polyamid) <p>im Vergleich zu pulverförmigen Universalwaschmitteln:</p> <ul style="list-style-type: none"> • höherer Tensidanteil • größere Gewebeschonung • bessere Waschwirkung bei fetthaltigen Anschmutzungen im Temperaturbereich unterhalb von 60°C |
| Baukastensysteme | <ul style="list-style-type: none"> • bestehen in der Regel aus drei Einzelkomponenten: Basiswaschmittel, Enthärter und Bleichmittel • getrennte Anwendung bestimmter Waschmittelkomponenten ist möglich • Mengenverhältnisse können individuell den Waschbedingungen und dem Verschmutzungsgrad angepasst werden |
| Fein- und Buntwaschmittel | <ul style="list-style-type: none"> • enthalten keine Alkalien (Soda), kein Bleichmittel und keine Optischen Aufheller • im Vergleich zu Vollwaschmitteln niedriger pH-Wert • ideal zum Waschen von farbbempfindlichen Textilien bei niedrigen Temperaturen |
| Wollwaschmittel | <ul style="list-style-type: none"> • ähnliche Zusammensetzung wie Fein- und Buntwaschmittel • pH-neutral • volle Waschkraft bereits bei 30°C • enthalten keine Enzyme • ideal zum Waschen von Wolle und Seide |
| Handwaschmittel | <ul style="list-style-type: none"> • hohe Waschkraft für die »Zwischendurch-Wäsche« im Urlaub • enthalten hohen Tensidanteil und oftmals Enzyme • aufgrund der starken Schaumentwicklung für die Waschmaschine ungeeignet |

Tab. 1 Übersicht wichtiger Waschmittelgruppen (nach WAGNER 2005)

Am 1. Februar 2007 wurde vom deutschen Bundestag die Neufassung des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes (WRMG) beschlossen, das am 5. Mai 2007 in Kraft getreten ist. Darin wurden u. a. die Härtebereiche an europäische Standards angepasst und die Angabe Millimol Gesamthärte je Liter wird durch die (aus chemischer Sicht unsinnige) Angabe Millimol Calciumcarbonat je Liter ersetzt.

Die neuen Härtebereiche unterscheiden sich kaum von den bisherigen, nur werden die Bereiche 3 und 4 zum Härtebereich »hart« zusammengelegt und die Ziffern 1, 2, 3 und 4 werden durch die, bereits benutzten, Beschreibungen »weich«, »mittel« und »hart« ersetzt. Die neuen Härtebereiche sind wie folgt definiert:

| Härtebereich | Millimol Calciumcarbonat je Liter | Grad Deutscher Härte (°dH) |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------|
| weich | weniger als 1,5 | weniger als 8,4 °dH |
| mittel | 1,5 bis 2,5 | 8,4 bis 14 °dH |
| hart | mehr als 2,5 | mehr als 14 °dH |

Infokasten 3 Neuregelung der Härtebereiche

Textilien. Nicht alle textilen Fasern sind kochfest wie weiße Baumwolle oder Leinen. Die Wäsche muss vor dem Waschen sortiert werden. Die Kriterien hierfür werden durch die Verträglichkeitsbereiche des Textilgutes hinsichtlich Mechanik und Temperatur vorgegeben. Bei der Temperatur unterscheidet man die 30°C-, die 40°C-, die 60°C- und die 95°C-Wäsche, auch Kochwäsche genannt. Die Mechanik wird bestimmt durch Wassermenge, Umdrehungszahl der Waschtrommel und das Schleudern. Geringe mechanische Beanspruchung des Waschgutes wird mit viel Wasser (hohe Waschflotte), kleiner Umdrehungszahl und Nichtschleudern erzielt. Wenig Wasser, hohe Umdrehungszahl und Schleudern bedeuten für das Waschgut eine starke Beanspruchung. Die Pflegekennzeichnung (Abb. 4) ist ein sicherer Leitfaden zur Waschbarkeit von Textilien. Die Symbole sind international einheitlich und in der Regel in den Kleidungsstücken eingenäht.

Neben Temperatur und Mechanik ist auch die Wahl des richtigen Waschmittels von entscheidender Bedeutung. Eine hohe Waschkraft wird mit einem Universal- oder Vollwaschmittel erzielt. Dank der hochentwickelten Kombination leistungsfähiger Inhaltsstoffe werden heute im 60°C-Temperaturbereich die gleichen Ergebnisse erzielt wie sie früher nur bei 95°C möglich waren. Empfindliche Textilien benötigen einen schonenden Waschprozess. Hierfür stehen spezielle Woll-, Fein- und Colorwaschmittel zur Verfügung. Sie enthalten in der Regel keine Bleichmittel, die die Farbe bleichen und keine optischen Aufheller. Viele Kleidungsstücke bestehen aus Kombinationen verschiedener Textilfasern und Accessoires. Hier ist die Sortierentscheidung immer nach dem empfindlichsten Textilteil zu fällen. Trotz der hohen Waschkraft moderner Waschmittel müssen bei intensiven Verschmutzungen spezielle

Waschhilfsmittel (z. B. Fleckenentferner) hinzugezogen werden. Die Fleckbehandlung wird in der Regel vor dem Waschen durchgeführt.

Literatur

EDELMANN, W. (1996). *Lernpsychologie*. 5. Auflage, Beltz – Psychologie Verlags Union Weinheim.

IKW – Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V. www.ikw.org (letzter Zugriff 15.10.2008)

KASPER, H. (2006). *Methodentraining – Kreative Lernpraxis*. AOL Verlag Lichtenau.

LUCAS, H.; LINDEMANN, H. (2004). Das Forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren – Problemlösen im Sachunterricht unter Einbeziehung des Experiments zum Themenschwerpunkt Wasser. *Sache-Wort-Zahl* (32) 61, 48–54.

LUCAS, H.; SCHEUER, R. (2006). Marvin friert – was soll er tun? – Schützt eine Litfaßsäule vor Wind? Forschend-entwickelnder Unterricht im nw. Sachunterricht. *Weltwissen Sachunterricht*, Heft 1/2006, 26–30.

PÜTZ, J.; POHL, M.; WEBER, R. (2000). *Hobbythek spezial – Wäsche waschen mit weißer Wäsche*. vgs Verlag Köln.

SCHEUER, R.; LUCAS, H. (2006). Was prickelt in der Brause? – Von der Forscherfrage zum Heureka. *Die Grundschulzeitschrift*, Heft 199 »Kleine Experimente«, 24–29.

| | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------|------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------|
| Waschen | | | | | | | | | |
| Maschinen- oder Handwäsche | Koch- bzw. Weißwäsche | Kochwäsche pflegeleicht | Heißwäsche | Heißwäsche pflegeleicht | Farbempfindl. Wäsche | Farbige pflegeleichte Textilien | Wolle Acryl | Nicht-maschinenfähige Textilien | Nicht-waschbare Textilien |
| Der Balken unter dem Bottichsymbol bedeutet: schonende Behandlung (z. B. Schongang) | | | | | | | | | |

Abb. 4 Internationale Pflegekennzeichnung

| Textilfaser Farbe | Naturfasern | | | Synthesefasern | |
|----------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | Baumwolle | Wolle | Seide | Polyamid | Polyester |
| Weiß | 60 oder 95°C | kalt, bis 30°C | kalt, bis 30°C | 60°C | 30, 40 oder 60°C |
| Farbig | 40 oder 60°C | kalt, bis 30°C | kalt, bis 30°C | 30 oder 40°C | 30 oder 40°C |
| Pastelltöne | 60°C | kalt, bis 30°C | kalt, bis 30°C | 30 oder 40°C | 30 oder 40°C |

Tab. 2 Waschbarkeit wichtiger Textilfasern

SCHUEER, R.; LUCAS, H. (2007). *Naturwissenschaften – ganz einfach // Band 5: Chemie im Alltag*. Bildungs- verlag EINS Troisdorf.

WAGNER, G. (2005). *Waschmittel – Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit*. Dritte Auflage, Wiley-VCH Weinheim.

Internetadressen

- www.quarks.de
Quarks-Script »Kampf dem Schmutz«, online abrufbar

- www.ikw.org
Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V.; Informationen und aktuelle Fakten über Wasch- und Reinigungsmittel
- www.oekotest.de
Zeitschrift Öko-Test; Informationen zu Wasch- und Reinigungsmittel
- www.persil.de
Informationen über Wasch- und Reinigungsmittel und der Geschichte der Firma Henkel KgaA
- www.hedinger.de
Waschmittelkoffer der Firma Hedinger, Stuttgart

Die Angabe der Dosierung erfolgt je nach Wasserhärtebereich (weich, mittel, hart) und Verschmutzungsgrad (leicht, normal stark). Dabei symbolisiert die Zahl der Flecken auf den gezeigten Textilien den unterschiedlichen Grad der Verschmutzung:

Ein Fleck steht für leicht verschmutzt, zwei für normal verschmutzt und drei für stark verschmutzt:



Infokasten 4 Angaben zur Dosierung (Quelle IKW)

Die Ergiebigkeit von Textilwaschmitteln wird mittlerweile in der Europäischen Union einheitlich angegeben. Genannt wird dafür die Zahl der Waschmaschinenfüllungen, die mit dem Packungsinhalt bei mittlerer Wasserhärte gewaschen werden können. Symbolisiert wird dies z. B. durch eine Zahl unter einem Wäschekorb:



Bei Vollwaschmitteln ist die Bezugsgröße 4,5 Kilogramm normal verschmutzte Wäsche und bei Feinwaschmitteln 2,5 Kilogramm leicht verschmutzte Textilien.

Infokasten 5 Angaben zur Ergiebigkeit (Quelle IKW)

Bezugsquelle

UV-Lampe (z. B. UV-Leuchtstoffröhren-Set 29,95 € bei www.conrad.de)



HILDEGARD LUCAS ist Grundschullehrerin an der G.-W.-Leibniz-Gesamtschule in Duisburg-Hamborn und hat die naturwissenschaftlichen Workshops bei der CreativWerkstatt Herten mit aufgebaut.

Dr. RUPERT SCHEUER ist Oberstudienrat im Hochschuldienst am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie II der Universität Dortmund, Neben der Aus- und Fortbildung von Grundschullehrerinnen und -lehrern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht führt er seit fünf Jahren Fortbildungen für Erzieherinnen und Erzieher durch. Zudem ist er seit Herbst 2002 Dozent für naturwissenschaftliche Workshops bei der CreativWerkstatt Herten und bietet dort außerschulische Experimentierworkshops für Kinder an.

Korrespondenzadresse: TU Dortmund, Fakultät Chemie, Didaktik der Chemie, 44221 Dortmund, rupert.scheuer@tu-dortmund.de

Rechnest du noch mit Fingern? – Aber sicher!

ANNA SUSANNE STEINWEG

Das Rechnen mit den Fingern ist allgemein verpönt. Dabei sind die Finger eine der ursprünglichsten Anschauungsmittel, die zur Ausbildung von tragfähigen und mathematisch sinnvollen mentalen Vorstellungsbildern beitragen könnten. Die im Anfangsunterricht wesentlichen Vorstellungswelten werden in diesem Beitrag in ihrer Bedeutung für das Rechnen dargestellt und einige Anregungen für ein sinnvolles Fingerrechnen angeboten.



1 Zahlenbilder im Kopf – Die Bedeutung von Vorstellungen

»Die wesentlichen mentalen Vorstellungsbilder und Operationen werden im 1. Schuljahr ausgebildet (...). Aufgrund der fundamentalen Bedeutung des Vorstellens und mentalen Operierens für spätere Lernprozesse liegt hier eine entscheidende Stelle der Unterrichtspraxis vor. Eine verfrühte Abkehr von anschaulichen Darstellungen, bevor wirklich tragfähige mentale Bilder vom Kind konstruiert und genutzt werden, kann als Kardinalfehler des Anfangsunterrichts bezeichnet werden« (KRAUTHAUSEN/SCHERER 2007, 247). Die Einsicht in die immense Bedeutung mentaler Bilder geht auf FREUDENTHAL zurück: »Children learn what is number, what are circles, what is adding, what is plotting a graph. They grasp them as mental objects and carry them out as mental activities.« (FREUDENTHAL 1983, X)

Fingerbilder als konkrete oder mentale Bilder stehen jedoch im Anfangsunterricht und auch darüber hinaus in dem Ruch, nicht wünschenswert zu sein. Das Rechnen mit Fingern im Sinne eines abzählenden »Rechnens« ist dabei zu Recht nicht als Ziel des Anfangsunterrichts zu verstehen.

Die Finger und Fingerbilder von Zahlen und Operationen hingegen ganz unter die Tische zu verbannen – wo sie höchst intensiv genutzt werden – ist jedoch eine trügerische und wenig sinnvolle Taktik. Vielmehr gilt es den Schatz zu heben, den Fingerbilder für eine sinnvolle Ausbildung von Vorstellungen über Zahlen innehaben.

KRAUTHAUSEN & SCHERER (2007, 9) geben eine gute Übersicht über die diversen Zahlaspekte, die wiederum zu unterschiedlichen Vorstellungen bei den Rechenoperationen

führen. Die beiden *wesentlichen* Vorstellungswelten von Zahlen, die das Verständnis von Rechenoperationen ermöglichen und in denen sich alle Kinder von der Kita an zunehmend heimisch fühlen sollten, sind gekennzeichnet durch den ordinalen Zählzahlaspekt und den kardinalen Anzahlaspekt (STEINWEG 2006 und 2007).

Im Folgenden werden beide Vorstellungswelten in ihren Besonderheiten ausgebreitet und dann Aktivitäten und Möglichkeiten des sinnvollen und sicheren Fingerrechnens vorgestellt.

2 Ordinale Vorstellungen – Zahlen und Zählen

In der Erstbegegnung mit Zahlen steht zumeist das Zählen erst einmal im Vordergrund. Um eine Menge korrekt zu zählen, muss das Kind wissen, dass die Reihe der Zahlwörter in einer festgelegten und wiederholbaren Ordnung vorliegt (Prinzip der stabilen Ordnung), dass genau jedem Element einer zu zählenden Menge genau ein Zahlwort zugeordnet wird (Prinzip der eindeutigen Zuordnung), dass das letzte beim Auszählen einer Menge verwendete Zahlwort die Mächtigkeit der Menge angibt (Prinzip der Anzahlbestimmung), dass die anderen vier Prinzipien auf beliebige, zählbare Objekte anwendbar sind (Prinzip der Abstraktion von qualitativen Eigenschaften) und es muss erkennen, dass die anderen vier Prinzipien unabhängig von der räumlichen Anordnung der auszuzählenden Objekte angewandt werden können (Prinzip der Abstraktion von räumlichen Anordnungen) (z. B. GELMAN & GALLISTEL 1978, FUSON 1982). Diese diversen Kompetenzen zu erlangen oder zu verbessern ist eine wesentliche Aufgabe des Anfangsunterrichts. WEMBER (2003) spricht davon, dass das »Zählen kultiviert« werden muss.

Die Zahlen in der ordinalen Anordnung, wie sie auf einem Zahlenstrahl dargestellt werden kann, fordern die folgenden Kompetenzen ein:

- Zählen – vorwärts, rückwärts, in Schritten
- Zahlen Vorgänger und Nachfolger zuordnen
- Zahlen nach der Größe sortieren

Die Zahlreihe betont den so genannten ordinalen Zahlaspekt, auch Ordnungszahl genannt. Weil die Zahlreihe zunächst wie ein Alphabet auftritt, so ist es zunehmend wichtig, die Zahlreihe zu verinnerlichen. Dann erst kann es gelingen, rückwärts zu zählen, ab einer bestimmten Startzahl zu zählen, in Schritten zu zählen etc. Die Zahlreihe ist natürlich unbegrenzt. Es ist sinnvoll »natürliche« Grenzen der Zahlreihe im Alltag zu nutzen. Wenn die Anzahl der Kinder der Gruppe 24 ist, so sollte auch bis 24 gezählt werden (dürfen). Grundsätzlich wird auch im

heutigen Anfangsunterricht der Schule die Zahlreihe bis 20 von Anfang an bei Orientierungsübungen angeboten. Künstliche Grenzen (»So weit können wir noch nicht zählen.«) wirken für alle Beteiligten lächerlich und rauben die gesunde Neugierde auf noch größere Zahlen.

Neben dem *Abzählen* von vorhandenen Objekten ist auch das *Auszählen* von Objekten aus einer größeren Menge (nimm dir drei von den Gummibärchen) zu erlernen. Diese Mengenbestimmungen gelingen nur dann allgemein gültig, wenn die oben genannten Prinzipien alle beherrscht werden.

Die Ordnungszahlen in einer Reihe (1., 2., 3., ...) werden aus der gleichen Grundvorstellung heraus genutzt. Hierbei stehen Objekte (Personen, Tiere, Spielfiguren ...) stellvertretend in einer Reihe, die dann mit den Ordnungszahlen nach der Reihe der Zählzahlen belegt werden können.

Auf die Grundrechenarten bezogen kann die lineare Anordnung von Zahlen ebenso am Zahlenstrahl nachverfolgt werden. Da Untersuchungen gezeigt haben, dass der Zahlenstrahl jedoch nicht als Rechenhilfe geeignet ist (MOSEK OPITZ & SCHMASSMANN 2003), sollte bei den Operationen nur auf den leeren Zahlenstrahl – also den Rechenstrich – zurückgegriffen werden (Kasten I). Der vollständige Zahlenstrahl wird ansonsten das Zählen verfestigen und als einzige sinnvolle (und grafisch abgesicherte) Vorgehensweise prägend wirken. Das zählende Rechnen gilt es jedoch gerade zu überwinden.

Von großer Bedeutung im Bereich des Rechnens ist es, Mengen nicht zählend zu bestimmen und zu vergleichen, sondern zunehmend Strukturen zum Zählen bzw. zur Anzahlbestimmung zu nutzen. Schulkinder mit Lernschwierigkeiten nutzen häufig ausschließlich das (einzelne) Abzählen, weil sie keine andere Möglichkeit kennen gelernt haben (vgl. Arbeit mit Zahlbildern in KAUFMANN 2006). Bei der Orientierung und beim späteren Rechnen sollen Strukturen und Beziehungen bewusst genutzt werden.

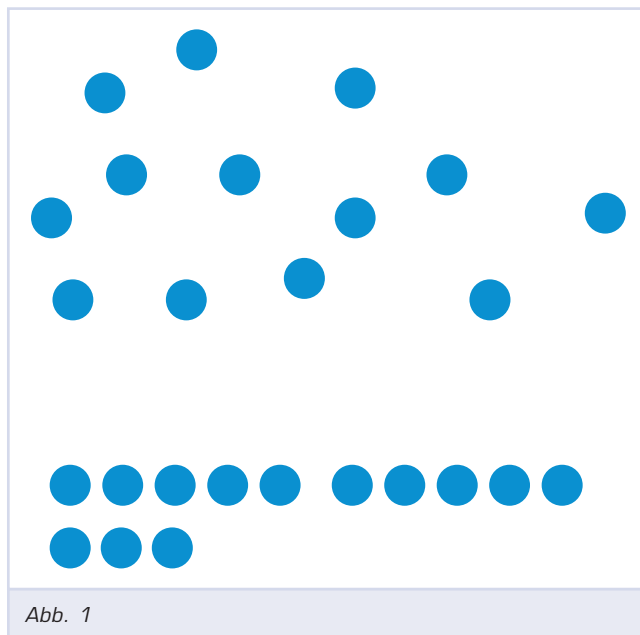


Abb. 1

3 Kardinale Vorstellungen – Zahlen und Strukturen

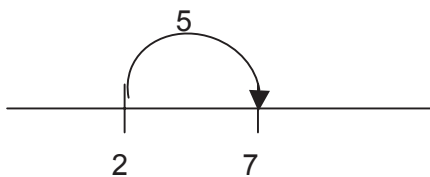
Werden Zahlen nicht linear angeordnet auf einem existenten oder vorgestellten Zahlenstrahl gedacht, so sprechen wir von dem Mengenbild einer Zahl oder auch der Anzahl, also dem kardinalen Aspekt der Zahl.

In der Abbildung 1 sind jeweils gleich viele Punkte gegeben. Es fällt hier leichter, die strukturierte Menge zu erfassen. In die obere Anordnung müssen zunächst selbst Strukturen hineingesehen werden, wenn ein einzelnes Abzählen vermieden werden soll.

Addition und Subtraktion *in der ordinalen Vorstellungswelt* der linearen Anordnung am Rechenstrich:

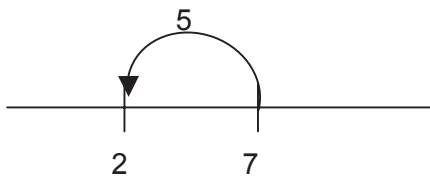
Addition als Schritt nach rechts

$$2 + 5 = 7$$



Subtraktion als Schritt nach links

$$7 - 5 = 2$$

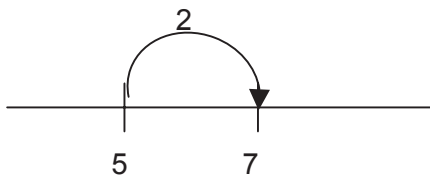


Subtraktion als Ergänzung

$$7 - 5 = 2$$

gelesen als

$$5 + \underline{\quad} = 7$$



Kasten I

Kindern ist der Vorteil von Mustern zwar meist implizit bewusst, aber sie nutzen ihn nicht immer sofort von allein. Darum kann es sinnvoll sein, Anordnungen, die leicht erfasst werden können, immer wieder zu thematisieren, d. h. die Beziehungen zu artikulieren, z. B. bei der Anzahl- erfassung von Punktmustern, Knöpfen, Löffeln etc.

Maßgeblich für die Nutzung von Kardinalzahlen als Re- chenzahlen ist eine strukturierte Zahlerfassung. Eine un- geordnete Menge von Objekten eignet sich nur zum Abzählen im Sinne einer Eins-zu-Eins-Zuordnung, die quasi einen Zahlenstrahl wie eine Schlange über die Objekte legt. Dies bringt keine Vorteile für eine Rechnung mit dieser Zahl. Es ermöglicht nur eine Zuweisung auf dem Zahlenstrahl, der dann wiederum, wie unter dem Aspekt Ordinalzahl bereits deutlich gemacht, genutzt werden kann.

Wichtig sind deshalb Darstellungen, die über die Möglich- keiten des Zahlenstrahls hinausweisen, denn dort kann die 6 in der Vorstellungswelt der Ordinalzahlen nur als Nachfolger der 5 und Vorgänger der 7 gedacht werden. Die 6 besitzt aber auch kardinale Gesichter, die sich in Mengenbildern oder Punktebildern oder auch als Finger- bilder geometrisch denken lassen (Abb. 2).

Eine geeignete Struktur ermöglicht es nun, den Zählpro- zess im Eins-zu-Eins-Verfahren zunehmend zu verlassen und quasi-simultan oder simultan die Objekte als Ganzes, eben als geometrische Struktur, zu erfassen, an der neue arithmetische Eigenschaften ablesbar sind.

Anzahlen bis 5 können quasi simultan erfasst werden, wenn sie in einem bekannten Muster angeordnet sind (z. B. Würfelbilder). Auch die Struktur der Doppelreihe kann helfen, die Anzahl denkend über Muster anstatt nur rein abzählend zu bestimmen. Schließlich ist die Struktur der Finger (5er- und 10er-Struktur) besonders hilfreich, da sie das Dezimalsystem widerspiegelt. Kleine Kinder müssen sich zunächst immer wieder zählend vergewis- sern, dass die Hand fünf Finger hat (Abb. 3). Danach kön- nen sie jedoch die Gewissheit der 5 nutzen, um schnell 6, 7 oder auch 4 Finger zeigen zu können, ohne stets von 1 beginnen zu müssen. In diesem Sinne ist das Fingerrechen absolut zu unterstützen.

Kinder sprechen zumeist bei jeder Mengenbestimmung von »Zählen«. Eine geeignete Überprüfung des bereits vorliegenden Gefühls für geeignete Strukturen ist also die Aufgabe, eine Menge von Steinchen, Plättchen etc. so hinzulegen, dass man sie »gut zählen« kann. Es hat sich in vielen Erprobungen gezeigt, dass Kinder, die stark an der ordinalen Vorstellung orientiert sind, diese Aufgabe zumeist so lösen, »hübsche« Muster (Blumen, Kreise etc.) zu legen und nicht auf eine strukturierte Darstel- lung zu achten, die ihnen das Erfassen der Mengengröße tatsächlich erleichtern würde. Dies kann als wesentlicher Hinweis dahingehend gedeutet werden, bei diesen Kin- dern die mathematisch hilfreichen Strukturen noch geziel- ter anzusprechen.

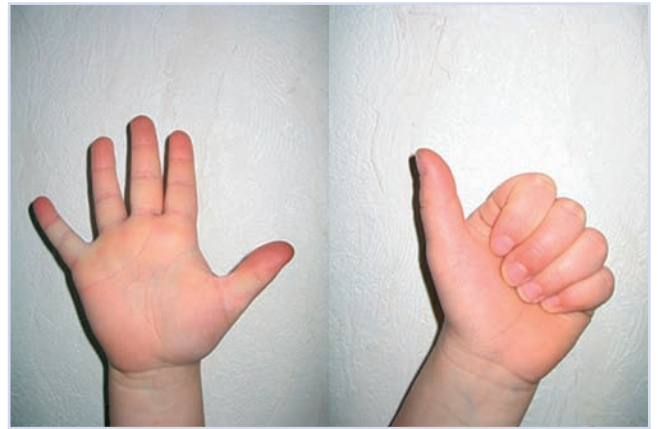


Abb. 3

Strukturierte Zahlerfassung ist von maßgeblichem Vorteil für ein sinnvolles Rechnen, da die Kompetenzen vom Zähl- prozess weg zu den innermathematischen Beziehungen der Mengen in dieser Vorstellungswelt hingeführt werden (Kas- ten II). Die Fünferstruktur, die auch als Kraft der 5 in der Mathematikdidaktik bekannt geworden ist (z. B. KRAUTHAU- SEN 1995), ist dabei von besonderer Bedeutung. Sie soll- te für die mathematische Lernentwicklung sinnvoll kennen gelernt und genutzt werden, da sie es im Dezimalsystem ermöglicht, systemisch, also strukturiert, zu Lösungen zu kommen und die Eigenschaften der Zahlen zu nutzen.

4 Fingerzahlen und Aufgaben rund um die Finger

Unsere Finger sind in ihrer Struktur des fünf und fünf ide- ale Begleiter, um das Rechnen im Zehnersystem mit Ver- ständnis für die innermathematische Struktur grundzule- gen. Das Fingerrechnen ist also eine gute Angelegenheit, sofern es nicht auf reines Abzählen hinausläuft, sondern die Struktur der Finger (5 und ...) in der Vorstellungswelt des kardinalen Zahlaspekts tatsächlich auch genutzt wird (KAUFMANN & WESSOLOWSKI 2006).

Natürlich sind auch Variationen der Darstellung von Zah- len mit Fingern grundsätzlich erlaubt, die somit helfen, alle Möglichkeiten der Zerlegung einer Zahl in zwei Sum- manden zu suchen. Dies ist eine lohnenswerte Aufgabe, da die Teil-Ganzes-Beziehungen von Zahlen offensichtlich werden können (vgl. auch »Plättchen werfen« in WIT- TMANN & MÜLLER 2006).

Für die simultane oder quasi-simultane Erfassung von An- zahlen sind jedoch »fixe« Bilder, an denen die 5er-Struktur und die 10er-Struktur des Dezimalsystems immer deut- lich werden kann, besser geeignet.

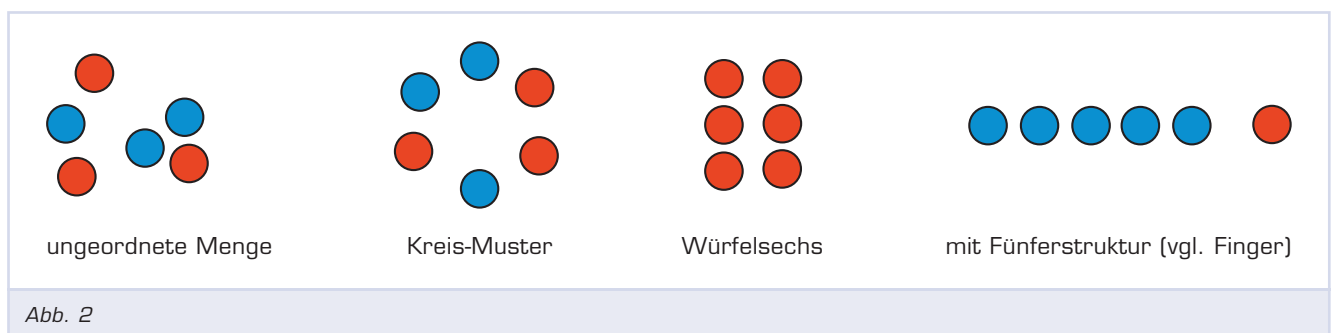


Abb. 2

Im Folgenden sind einige Anregungen für Aktivitäten im Anfangsunterricht und Förderunterricht aufgeführt, die ein sinnvolles Fingerrechnen und die innere Vorstellung der Zahlen in der kardinalen Welt unterstützen helfen (vgl. SOMMERLATTE et al. 2008).

Fingerblitz

Die Lehrperson oder ein Kind nennt eine Zahl bis 10 und alle Kinder müssen auf ein Kommando hin die gefragte Anzahl mit ihren Fingern zeigen. Mathematisch sinnvoll ist es, auf möglich einprägsame Bilder zu bestehen, d. h. 6 wird hierbei stets als 5 + 1 gezeigt und nicht als 3 + 3 oder Ähnliches. Anschlussfragen: Wie viele Finger sind gestreckt? Wie viele Finger sind gekrümmt? (Somit wird implizit stets die Ergänzung bis 10 geübt.)

Fühlst du's?

Die Kinder setzen sich auf ihre ausgestreckten Hände. Nun wird eine Zahl genannt und die Kinder sollen sich im Kopf die unter sich gefühlte Zahl vorstellen. Wie viele Hände brauchst du? Wie viele Finger sind gestreckt? Wie viele Finger sind gekrümmt?

Wie viele Hände?

Die Lehrperson oder eines der Kinder nennt eine Zahl und die anderen Kinder müssen überlegen, wie viele Hände sie dafür benötigen. Werden mehr als zwei Hände für nötig erachtet, muss sich das Kind ein Partnerkind suchen, mit dem es die Zahl zeigen mag. Erst danach soll die Zahl auch gezeigt werden.

Fingermemory

Auf Memorykarten sind Fingerbilder bis 10 (20) gestaltet (z. B. STEINWEG 2007 oder download unter SOMMERLATTE et al. 2008). Die anderen Karten enthalten Punktdarstellungen am 20er-Feld oder auch Ziffern/Zahlen. Die Karten können nach den üblichen Memoryregeln gespielt werden.

Schnapp die Karten

Vier Kinder sitzen im Kreis oder um einen Tisch und haben jeweils die Zahlenkarten bis 10 vor sich liegen (eine wichtige Übung ist es, die Zahlenkarten in der Reihenfolge zu sortieren, um einen besseren Überblick zu haben). In der Mitte liegt ein Stapel mit Fingerbilder-Karten, die jedoch verdeckt sind. Die erste Karte wird aufgedeckt und alle Kinder suchen möglichst schnell die passende Zahlenkarte heraus und legen sie auf die Fingerkarte. Wem dies als ersten gelingt, der darf die Fingerkarte behalten. Alle legen ihre Zahlenkarten wieder zurück vor sich hin. Gewonnen hat das Kind mit den meisten Fingerkarten.

Verwandte Fingerbilder

Die Kinder überlegen sich Fingerbilder, die zueinander verwandt sind. So ist die 8 mit der 3 verwandt, weil die 8 mit einer vollen Hand (5) und dem Dreierbild gestaltet werden kann. Eine zweite Verwandtschaft haben die Zahlen als Fingerbilder aber auch mit den gekrümmten Fingern. Die 8 ist hier mit der 2 verwandt, weil diese bis zu 10 fehlen. Ebenso ist aber auch die 3 mit der 2 verwandt, weil diese bis zur 5 fehlen. Diese Übung thematisiert so zum einen die Additionen in denen der Summand 5 enthalten ist (Kernaufgaben des 1 + 1) und zum anderen ebenso die Aufgaben, die als Ergebnis 10 bzw. 5 haben, die ebenso zu den Kernaufgaben des 1 + 1 gehören. Dürfen zwei Kinder zusammenarbeiten weitet sich die Verwandtschaft im gesamten Zahlenraum des ersten Schuljahres bis 20 aus: 3 und 8 und 13 und 18 sind nun verwandt, wobei 3 und 13 und 8 und 18 eine »engere« Verwandtschaft pflegen.

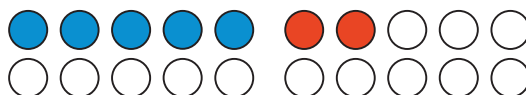
Spieglein, Spieglein

Zwei Kinder arbeiten zusammen. Ein Kind zeigt eine Fingerzahl. Das Spiegelkind gestaltet die Spiegelzahl mit seinen Fingern. Zusammen lösen sie die Verdopplungsaufgabe.

Addition und Subtraktion in der kardinalen Vorstellungswelt der strukturierten Mengenbilder am Zwanzigerfeld oder als Fingerbild:

Addition als Hinzufügen von Objekten

2 + 5 = 7

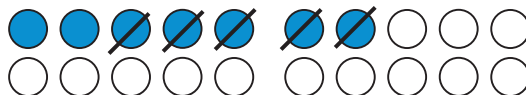


Fingerbilder:

Das 2erBild und 5erBild im Kopf oder konkret zusammensetzen und als 7erBild identifizieren.

Subtraktion als Wegnehmen von Objekten

7 - 5 = 2

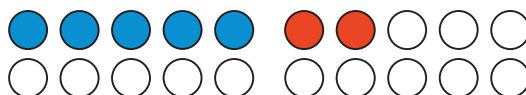


Subtraktion als Ergänzen von Objekten

7 - 5 = 2

gelesen als

5 + ___ = 7



Fingerbilder:

Das 5erBild und 7erBild im Kopf oder konkret vergleichen und den Unterschied (Differenz) 2erBild erkennen.

Kasten II

Wenn die Summanden kleiner als 5 sind, sollten die Kinder die Lösung möglichst simultan erfassen können und zunehmend auswendig wissen.

Sofern die Summanden größer als oder gleich 5 sind, verschränken die Kinder die zwei »vollen« Hände zunächst mit dem Spruch: *5 und 5 sind schon mal 10*. Die beiden »übrigen« Hände werden dann wie bei den kleinen Summanden simultan erfasst.

Bei der Erarbeitung der Grundaufgaben zur Multiplikation, sollte diese Übung wieder vertieft für das 2er-Einmaleins genutzt werden.

Der kaputte Spiegel – So ähnlich ...

Sind die Kinder mit den Spiegelaufgaben vertraut, so kann eine minimale Veränderung des Fingerbildes durch das Spiegelkind die so genannten »Fast-Verdopplungen« thematisieren, z. B. $5 + 6$, $3 + 4$, $7 + 8$ usw. Wieder ist es hier wichtig, dass die Fingerbilder dennoch immer volle Fünfer, sofern vorhanden, auch mit einer ausgestreckten Hand symbolisieren.

Finger und Punktemuster

Die eingepprägten Fingerbilder sollten von den Kindern in Zusammenhang mit einer Darstellung am 20er-Feld oder 100er-Feld gebracht werden. Wenn man will kann das 20er-Feld auch als Hände und FüÙe interpretiert werden. Zur Koordination können Fingerbilder gezeigt werden, die dann auf dem Feld nachgelegt werden sollen und umgekehrt (vgl. auch Memory).

5 Bemerkungen

Dieser Beitrag sollte in keiner Weise suggerieren, dass die Fingeraktivitäten im oben beschriebenen Sinn, alle Schwierigkeiten der Kinder bei der Entwicklung von tragfähigen mentalen Bildern in der kardinalen Vorstellung lösen. Sie unterstützen jedoch deren Ausbau. Selbstverständlich ist auch das ordinale Verständnis für die weiteren mathematischen Kompetenzen wichtig, wenn es über das reine Abzählen hinausgeht.

Es ist von nicht zu unterschätzender Bedeutung, wenn die Lernenden erkennen, dass die Finger genutzt werden dürfen und sogar sollen. So kann dem »falschen«, zählenden Fingerrechnen vorgebeugt und eine echte Alternative entgegengesetzt werden. Es wäre wünschenswert, wenn die Kinder auf die empörte Frage, ob sie denn immer noch mit Fingern rechnen, ganz selbstbewusst »Aber sicher!« antworten. Denn letztlich geht es um die zunehmende sichere Beherrschung von Zahlvorstellungen.

Literatur

FREUDENTHAL, H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Dordrecht, Boston, Lancaster: Kluwer.

FUSON, K. C. (1982). *Children's counting and concepts of numbers*. New York: Springer.

GELMAN, R. & C. R. GALLISTEL (1978). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge: Harvard University Press.

KAUFMANN, S. (2006) »Früherkennung von Rechenstörungen und entsprechende Fördermaßnahmen« In: GRÜSSING/PETER-KOOP (Hg.) *Die Entwicklung mathematischen Denkens in Kindergarten und Grundschule*. Offenburg: Mildenerger, 160–168.

KAUFMANN, S. & WESSOLOWSKI, S. (2006). *Rechenstörungen*. Seelze: Kallmeyer.

KRAUTHAUSEN, G. & P. SCHERER (2007). *Einführung in die Mathematikdidaktik*. Heidelberg, Berlin: Spektrum.

KRAUTHAUSEN, G. (1995). Die »Kraft der Fünf« und das denkende Rechnen. In: MÜLLER, G. N. & WITTMANN, E. C. (Hg.) *Mit Kindern rechnen*. Frankfurt am Main: Grundschulverband, 87–108.

MOSER OPITZ, E. & SCHMASSMANN, M. (2003) *Heilpädagogischer Kommentar zum Zahlenbuch*. Zürich, Zug: Klett und Balmer.

SOMMERLATTE, A., LUX, M., MEIERING, G. & FÜHRlich, S. (2008). *Lerndokumentation Mathematik – Anregungsmaterialien*. SOMMERLATTE/STEINWEG/GASTEIGER (Redaktion und wiss. Beratung). Berlin: Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung http://www.transkigs.de/fileadmin/user/redakteur/Berlin/Lerndokumentation_Mathematik_Anregungsmaterialien_gesamt_7.10.08.pdf (12.07.2009)

STEINWEG, A. (2006) *Lerndokumentation Mathematik*. Berlin: Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung http://www.transkigs.de/fileadmin/user/redakteur/Berlin/Lerndoku_Mathe_druckreif_12.06.pdf (12.07.2009)

STEINWEG, A. (2007). Mathematisches Lernen. In: Stiftung Bildungspakt Bayern (Hg.) *Das KIDZ-Handbuch: Grundlagen, Konzepte und Praxisbeispiele aus dem Modellversuch »KIDZ- Kindergarten der Zukunft in Bayern«*. Köln: Wolters Kluwer, 136–203.

WEMBER, F. (2003). Die Entwicklung des Zahlbegriffs aus psychologischer Sicht. In: FRITZ, A., RICHEN, G & SCHMIDT, S. (Hg.) *Rechenschwäche: Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie*. Weinhein, Basel, Berlin: Beltz, 48–64.

WITTMANN, E. & MÜLLER, G. (2006). *Das Zahlenbuch: Mathematik im 1. Schuljahr*. Leipzig: Klett.



Prof. Dr. ANNA SUSANNE STEINWEG ist seit 2004 Professorin für Didaktik der Mathematik und Informatik an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Schwerpunkte ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit sind u. a. die Inhalte und das Design von Lernumgebungen in Übergangphasen (mathematische Frühförderung in der Kita, algebraisches Denken zwischen GS und Sek I).
Korrespondenzadresse: Didaktik der Mathematik & Informatik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Markusplatz 3, 96045 Bamberg, anna.steinweg@uni-bamberg.de ■

Brausepulver – Eine Experimentierreihe für den Elementarbereich

ANNA WINDT – RUPERT SCHEUER – INSA MELLE

Brausepulver ist eine bei Kindern sehr beliebte Süßigkeit, die sich durch ein erfrischendes Prickeln auszeichnet. Aber Brausepulver ist nicht nur lecker, sondern bietet sich auch zum Forschen an. Im vorliegenden Beitrag wird eine Experimentierreihe mit sechs aufeinander aufbauenden Experimenten zum Thema Brausepulver für den Elementarbereich skizziert. Anschließend wird über Verfahren und Ergebnisse der Evaluation berichtet.

1 Informationen zu Brausepulver

Schon im 19. Jahrhundert wurde Brausepulver zum ersten Mal gemischt, 1925 begann in Deutschland die industrielle Herstellung der Ahoj-Brause, damals noch unter dem Namen Frigeo-Brause (CERPUNJAK, 2004). Auch heute noch ist Brausepulver eine beliebte Süßigkeit, die häufig nicht in Wasser gelöst, sondern direkt von der Handfläche oder vom Finger geleckt wird.

Brausepulver ist eine pulverige Substanz, aus der mit Wasser ein sprudelndes, zugleich süß und säuerlich schmeckendes Getränk hergestellt werden kann. Gekauftes Brausepulver besteht aus Zucker, Weinsäure und Natron (siehe Infokasten 1). Häufig sind auch noch Aromen und Lebensmittelfarbstoffe zugesetzt. Anstelle der Weinsäure kann aber auch Zitronensäure (siehe Infokasten 2) verwendet werden. Sie ist im Supermarkt leichter und kostengünstiger erhältlich als Weinsäure. Bei Zugabe von Wasser reagieren das Natron und die Säure miteinander. Dabei entsteht das Gas Kohlenstoffdioxid (siehe Infokasten 3), das das Getränk zum Sprudeln bringt.

2 Die Experimentierreihe

Für den Elementarbereich wurde eine Experimentierreihe rund ums Brausepulver zusammengestellt und damit das Thema für Kindergartenkinder erschlossen. Die Experimentierreihe umfasst sechs Experimente, die in einem Gesamtzusammenhang stehen und aufeinander aufbauen. Solch eine Reihe hat die Vorteile, dass zum einen die Kinder immer wieder ihr schon erworbenes Wissen wiederholen und es zum anderen anwenden können, um die nachfolgenden Experimente zu erklären. So wird nach und nach Wissen aufgebaut, gefestigt und vernetzt (vgl. LÜCK, 2003, S. 108).

Natron

Chemische Bezeichnung: Natriumhydrogencarbonat

- weißes Pulver
- schmeckt seifig
- Verwendung: z. B. Herstellung von Backpulver; gegen die Hyperazidität des Magens; in Feuerlöschgeräten

Infokasten 1 Natron

Zitronensäure

- weißer, kristalliner Feststoff
- schmeckt sauer
- ist zu 6 bis 8 % in Zitronensaft enthalten, in kleineren Mengen auch in anderen Früchten
- reizt die Augen und die Haut
- Verwendung: z. B. in der Getränke- und Nahrungsmittelindustrie, in Reinigungsmitteln zum Entfernen von Kalk
- Sicherheitshinweis: Für Experimente in der Schule und im Kindergarten sollten die in Abb. 5 dargestellten kleinen Päckchen verwendet werden. In Supermärkten und Drogerien kann man Zitronensäure in auch im Bereich der Reinigungsmittel finden. Diese Zitronensäure ist jedoch nicht für den Verzehr geeignet. Außerdem besteht bei den kleineren Päckchen weniger die Gefahr, dass größere Mengen Zitronensäure aufgewirbelt werden und so in die Augen gelangen. Deshalb sollten die Tüten auch mit einer Schere aufgeschnitten und nicht aufgerissen werden.

Infokasten 2 Zitronensäure

Kohlenstoffdioxid

- Chemische Formel: CO_2
- farb- und geruchloses Gas
- schwerer als Luft
- nicht giftig, wirkt aber erstickend
- Vorkommen: z. B. als Bestandteil der Luft (etwa 0,03 %); im Meerwasser gelöst; Verbrennungsprodukt von Kohle, Papier, Holz, Benzin usw.
- Verwendung: z. B. in der Getränkeindustrie und als Feuerlöschmittel

Infokasten 3 Kohlenstoffdioxid

2.1 Was löst sich in Wasser?

Im ersten Experiment geht es ganz allgemein um die Löslichkeit von Substanzen in Wasser. Die Kinder überprüfen

verschiedene Stoffe auf ihre Löslichkeit in Wasser. Dazu füllen sie einige Reagenzgläser bis zur Hälfte mit Wasser und geben mit Hilfe eines Trichters in jedes Reagenzglas eine Teelöffelspitze einer Substanz, z. B. Reis, Gartenerde, Vogelsand, Styroporkügelchen, Kochsalz, Zucker, Pfeffer, Essig oder Öl. Dann verschließen sie die Reagenzgläser mit je einem Stopfen und schütteln.

Die Kinder können beobachten, dass sich zum Beispiel Kochsalz, Zucker und Essig in Wasser lösen. Reis und Vogelsand sinken auf den Boden, Styroporkügelchen und Öl schwimmen auf dem Wasser und Pfeffer und Gartenerde verteilen sich im gesamten Wasser.

Als Ergebnis kann eine Verallgemeinerung der Beobachtungen formuliert werden: Es gibt Substanzen, die sich in Wasser lösen, und Substanzen, die sich nicht in Wasser lösen. Die Substanzen, die sich nicht in Wasser lösen, schwimmen auf dem Wasser, sinken zu Boden oder verteilen sich im gesamten Wasser.

Die zu überprüfenden Substanzen sollten so ausgewählt werden, dass es einerseits lösliche und unlösliche Substanzen gibt, andererseits feste und flüssige. Unter den unlöslichen Substanzen sollte es zum einen solche geben, deren Dichte größer als die von Wasser ist, so dass sie auf den Boden sinken. Zum anderen sollten auch Substanzen zum Einsatz kommen, deren Dichte kleiner als die von Wasser ist, so dass sie auf dem Wasser schwimmen. Mit den Kindern muss thematisiert werden, wie viel der Substanzen sie verwenden. Gerade bei Kochsalz ist es wichtig, dass die Kinder nicht zuviel ins Reagenzglas geben, weil sich sonst überschüssiges Kochsalz auf dem Boden absetzt und die Kinder die Löslichkeit von Kochsalz in Wasser falsch interpretieren. Außerdem sollten die Kinder für jede Substanz einen eigenen Löffel verwenden, damit sie die einzelnen Substanzen nicht vermischen und so das Ergebnis verfälschen.



Abb. 1 Foto zum Experiment »Was löst sich in Wasser?«. Zu sehen sind Reagenzgläser in einem Ständer, zum Teil mit Stopfen verschlossen, ein Trichter, ein Teelöffel, eine Pipette und eine Spritzflasche mit Wasser. In den Reagenzgläsern befindet sich Wasser und von links nach rechts Sand, Styroporkügelchen, Gartenerde, Salz, Öl und Essig.

Wichtig ist bei diesem Experiment außerdem, dass die Substanzen, die sich in Wasser lösen, nicht weg, sondern nur nicht mehr zu sehen sind. Sie sind immer noch im Wasser vorhanden und können auch wieder zurückgewonnen werden. Auf diesen Sachverhalt könnte im Rahmen einer eigenen Experimentierreihe zur Löslichkeit näher eingegangen werden.

2.2 Brausepulver und Wasser

Im zweiten Experiment sollen die Kinder ihr Wissen über die Löslichkeit von Substanzen in Wasser auf Brausepulver (Abb. 2) übertragen. Dazu füllen sie einen möglichst transparenten Trinkbecher mit Wasser und geben eine Tüte Brausepulver hinzu.



Abb. 2 Tüte mit Brausepulver in der Geschmacksrichtung Waldmeister

Die Kinder können auf der Basis ihrer erworbenen Erkenntnisse aus dem ersten Experiment erkennen, dass sich Brausepulver wie Kochsalz oder Zucker in Wasser löst. Dabei verfärbt sich das Wasser und es entstehen Bläschen.

Wenn die Kinder die Brause hinterher trinken möchten, muss darauf geachtet werden, dass die Trinkbecher sauber sind. Es ist aber unerlässlich, das Durchführen dieser Geschmacksproben ausführlich zu thematisieren. Im Allgemeinen sollte beim Experimentieren nicht gegessen und nicht getrunken werden, schon gar nicht die Substanzen und aus den Geräten, mit denen experimentiert wird. Diese Regel kann ein Erwachsener ausnahmsweise außer Kraft setzen, wenn er weiß, dass die Substanzen gesundheitlich unbedenklich und die Geräte absolut sauber sind und nicht aus einem Labor stammen.

2.3 Brausepulver selbst herstellen

Im dritten Experiment wird Brausepulver aus seinen Bestandteilen gemischt und damit seine Zusammensetzung thematisiert. Dazu vermischen die Kinder in einem Becher 6 Teelöffel Zucker, 1 Teelöffel Natron, 2 Teelöffel Zitronensäure und etwas Aromazucker (Abb. 3). Damit das Brausepulver gut schmeckt, müssen die Kinder sich genau an dieses Rezept halten. Dazu müssen sie sich auch darauf einigen, ob sie gehäufte oder gestrichene Teelöffel verwendet wollen.

Die fertige Mischung füllen die Kinder in eine Tüte und beschriften sie mit dem Wort »Brausepulver«. So weiß ein

Unbeteiligter, der die Tüte findet, was enthalten ist. Aus 1–2 Teelöffeln des selbst hergestellten Brausepulvers und einem Becher Wasser kann eine Brause hergestellt werden.

Auch bei diesem Experiment ist es sinnvoll, dass die Kinder Geschmacksproben der einzelnen Zutaten nehmen und auch ihr selbst hergestelltes Brausepulver verzehren dürfen. Deswegen ist mit sauberen Geräten zu arbeiten und es ist wieder deutlich zu machen, warum in diesem Fall Geschmacksproben ausnahmsweise erlaubt sind. Eine der Zutaten, die Zitronensäure, hat das Gefahrensymbol »reizend«. Darauf müssen die Kinder hingewiesen werden, denn Zitronensäure brennt, wenn sie in die Augen kommt oder längere Zeit auf der Haut einwirkt. Deswegen sollten die Kinder beim Umgang mit Zitronensäure eine Schutzbrille tragen. Außerdem müssen sie sich die Hände waschen, wenn sie mit Zitronensäure in Kontakt gekommen sind, damit sie nicht beim Reiben oder Kratzen am Auge Zitronensäure einbringen (siehe auch Infokasten 2).

Das selbst hergestellte Brausepulver kann auch mit gekauftem verglichen werden. Ein Vergleich zeigt: Selbst hergestelltes Brausepulver schmeckt so ähnlich wie gekauftes. Beide Sorten lösen sich in Wasser und dabei entstehen Bläschen. Allerdings verfärbt sich das Wasser nur beim gekauften Brausepulver, denn darin ist wasserlösliche Lebensmittelfarbe enthalten. Zudem enthält gekauftes Brausepulver Weinsäure statt Zitronensäure, was die Kinder aber nicht untersuchen können, da beide Substanzen gleich aussehen.

Als Ergebnis sollte festgehalten werden, dass im Brausepulver drei wichtige Zutaten enthalten sind: Zucker, Natron und Zitronensäure. Die Aroma- und Farbstoffe verändern den Geschmack und die Farbe.

2.4 Brausepulver und Luftballon

In diesem Experiment untersuchen die Kinder die Gasbläschen näher. Sie füllen mit Hilfe eines Trichters zwei Tüten Brausepulver und etwas Wasser in eine Flasche und stülpen schnell einen Luftballon über die Öffnung. Durch das entstehende Gas bläht sich der Luftballon auf. Die Kinder erkennen, dass es sich bei den Bläschen um ein unsichtbares Gas handelt. Dieses Gas heißt Kohlendioxid.



Abb. 3
Aromazucker Orange



Abb. 4
Aufzeichnung eines Kindes zum Experiment »Brausepulver und Luftballon«. Viele Kinder zeichnen ihre Beobachtungen sehr detailliert auf: Die Form und die Oberflächenstruktur der Flasche werden mitgezeichnet; der Luftballon erhält ein Phantasiemuster.

Ein wichtiger und schwieriger Punkt ist die Vermittlung des Begriffes »Gas«. Hier kann die Luft als ein den Kindern bekanntes Gas zur Hilfe herangezogen werden. Auch sie ist nicht zu sehen und trotzdem allgegenwärtig. Wir atmen sie ein, können sie in einen Luftballon pusten und wenn man eine Schüssel mit Wasser und ein Glas hat, kann man sie sogar sichtbar machen: Hierzu taucht man ein leeres Glas mit der Öffnung nach unten in eine Schüssel mit Wasser und kann beobachten, dass sich das Glas nicht mit Wasser füllt. Neigt man das Glas zur Seite, steigen Luftblasen durchs Wasser nach oben. So kann den Kindern dieses schwer greifbare Medium Luft näher gebracht werden. Der Vergleich mit der Luft darf allerdings nicht zu stark betont werden, da sonst die Gefahr besteht, dass Luft mit dem Oberbegriff Gas verwechselt wird.

2.5 Was prickelt im Brausepulver?

In diesem Experiment geht es darum, herauszufinden, welche der Bestandteile des Brausepulvers für das Prickeln auf der Zunge und das Sprudeln im Wasser verantwortlich sind (vgl. SCHEUER & LUCAS, 2006). Die Kinder haben ihr Brausepulver aus Zucker, Natron, Zitronensäure und Aromazucker hergestellt. Da es sich beim Aromazucker in der Hauptsache auch um Zucker handelt, kann er im Folgenden aus den Betrachtungen ausgeschlossen werden. Dass Zucker, Natron und Zitronensäure gemeinsam auf der Zunge prickeln, spüren die Kinder, wenn sie Brausepulver lutschen. Aber sind wirklich alle drei Bestandteile nötig, damit es prickelt? Oder ist vielleicht nur einer der Bestandteile dafür verantwortlich? Oder ist es eine Kombination aus zwei der drei Bestandteile?

Um diese Fragen beantworten zu können, müssen die Kinder überlegen, welche Möglichkeiten es gibt:

- die einzelnen Bestandteile: Zucker, Natron, Zitronensäure
- die Kombinationen aus jeweils zwei Bestandteilen: Zucker + Natron, Zucker + Zitronensäure, Natron + Zitronensäure

Um die drei Möglichkeiten mit zwei Bestandteilen zu finden, müssen die Kinder kombinatorische Überlegungen anstellen. Als Hilfe können Bildkärtchen eingesetzt wer-

den (Abb. 5). Mit diesen Kärtchen können die Kinder auf dem Tisch alle möglichen Zweierkombinationen legen.

Nach diesen Vorüberlegungen probieren die Kinder alle sechs Möglichkeiten aus und geben dazu jeweils einen Teelöffel der entsprechenden Substanzen bzw. der Kombinationen daraus in einen Becher und geben Wasser dazu. Sie können beobachten, dass es nur bei der Kombination aus Natron und Zitronensäure im Wasser sprudelt (Schutzbrille nicht vergessen).

Als Ergebnis sollte festgehalten werden, dass Natron und Zitronensäure gemeinsam mit Wasser das Prickeln verursachen. Der Zucker sorgt für den süßen Geschmack.

2.6 Die Brausepulverrakete

Das letzte Experiment behandelt die Thematik, dass Gas viel Platz benötigt (vgl. HEINZERLING, 2008, S. 31). Dazu wird ein leeres Tablettenröhrchen benötigt, in dem zum Beispiel Vitamin-C-Brausetabletten zu kaufen sind. Die Kinder befüllen das Röhrchen mit einer Tüte Brausepulver und etwas Wasser, verschließen es schnell und stellen es mit dem Deckel nach unten auf den Boden. Durch die Gasentwicklung platzt das Röhrchen auf und fliegt wie eine Rakete in die Luft. Dabei können die Kinder verschiedene Faktoren variieren. Sie können ausprobieren, was passiert, wenn man ausschließlich Brausepulver und ausschließlich Wasser einfüllt (nichts), wenn man mehrere Tüten Brausepulver verwendet (die Rakete fliegt bei mehreren Tüten höher) und was passiert, wenn man das Röhrchen umgekehrt auf Boden stellt (es fliegt nur der Deckel hoch).

Das Ergebnis lautet: Gibt man Brausepulver in Wasser entsteht so viel Gas, dass der Deckel des Tablettenröhrchens abspringt und hochfliegt.

Da bei diesem Experiment Brausepulver verspritzt kann, sind verschiedenen Maßnahmen zu treffen. Zum einen müssen alle Schutzbrillen tragen, zum anderen ist das Experiment im Freien mit Abstand zu Menschen durchzu-



Abb. 6 Aufzeichnung eines Kindes zum Experiment »Die Brausepulverrakete«

führen. Den Kindern muss die Gefahr bewusst werden, sie dürfen aber keine Angst bekommen; sie müssen vorsichtig sein, und erkennen, dass wenn sie sich an die Regeln halten, nichts Schlimmes passiert.

3 Evaluation

Beobachtungen während des Experimentierens haben gezeigt, dass sich die Kinder für das Thema Brausepulver interessieren, es für sie verständlich ist und trotzdem eine so hohe Komplexität aufweist, dass es zum Forschen anregt. Die von uns durchgeführte Evaluation sollte aber über bloße Beobachtungen hinausgehen. Deswegen wurde die Experimentierreihe unter Einsatz von Fachwissenstests noch detaillierter evaluiert (WINDT, SCHEUER & MELLE, 2009). Daran waren zwei Kindertageseinrichtungen mit jeweils zwölf Vorschulkindern im letzten Kindergartenjahr beteiligt. Die Kinder führten in Kleingruppen von jeweils sechs Kindern, angeleitet von einer Erzieherin, die dargestellten Experimente durch, so dass es in beiden



Abb. 5 Bildkärtchen von Zucker, Natron und Zitronensäure

Einrichtungen zwei Durchläufe gab. Jeweils vorher und nachher wurde ein Fachwissenstest durchgeführt, um den Lernzuwachs der Kinder zu erheben.

Der Fachwissenstest (Abb. 7) bestand aus sechs Multiple-Choice-Aufgaben. Zu jeder Frage gab es vier Antwortmöglichkeiten, von denen immer genau eine richtig war. Da Vorschulkinder in der Regel noch nicht lesen können, wurde ihnen der Test vorgelesen. Es wurden jeweils sechs Kinder gemeinsam getestet. Dazu erhielt jedes Kind ein Heft mit den Aufgaben und einen Stift. Dann wurden der Kindergruppe nach und nach die Fragen und die Antworten vorgelesen, bis jedes Kind sich für eine Antwort entschieden hatte. Der Test wurde als Pre- und Post-Test eingesetzt, also vor und nach der Experimentierreihe.



Abb. 7
Aufgabe aus dem Fachwissenstest

Vor der Experimentierreihe konnten die Kinder etwa 30 % der Fragen des Fachwissenstests richtig beantworten, nachher etwa 50 %. Dies ist ein hochsignifikanter Wissenszuwachs vom Pre- zum Post-Test. Es lässt sich also schließen, dass die Kinder durch die Experimentierreihe Fachwissen über Brausepulver erworben haben. Ein Anteil von durchschnittlich 50 % richtig beantworteten Fragen im Post-Test ist durchaus zufrieden stellend, denn um Deckeneffekte zu vermeiden, war der Test bewusst so konzipiert, dass nicht alle Kinder nach der Intervention alle Aufgabe richtig lösen können. Es hat sich also gezeigt, dass sich schon Kinder im Vorschulalter mit der beliebten Süßigkeit Brausepulver naturwissenschaftlich auseinandersetzen können.

Literatur

CERPNAK, D. (2004). *Ahoj-Brause. Eine Liebeserklärung an süß-saure Sprudelleidenschaft*. Leipzig: Buch Verlag für die Frau.

HEINZERLING, P. (2008). Vom Back- zum Brausepulver. Phänomenale Stoffe aus dem Kühlschrank. *Grundschule* 40 (3), 28–31.

LÜCK, G. (2003). *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen*. 5. Auflage. Freiburg im Breisgau: Verlag Herder.

SCHEUER, R. & LUCAS, H. (2006). Was prickelt in der Brause? Von der Forscherfrage zum Heureka. *Die Grundschulzeitschrift* 20 (199–200), 24–29.

WINDT, A., SCHEUER, R. & MELLE, I. (2009). Brausepulver – Ein Thema für den Vorschulbereich? In: R. LAUTERBACH, M. GIEST & B. MARQUARDT-MAU (Hrsg.): *Lernen und kindliche Entwicklung*, Bad Heilbrunn: Klinkardt, 189–196.



ANNA WINDT ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und Dr. RUPERT SCHEUER OStR i. H. am Lehrstuhl von Prof. Dr. INSA MELLE für Didaktik der Chemie an der Technischen Universität Dortmund.

ANNA WINDT hat das Studium des Lehramtes für die Grundschule mit den Fächern Sachunterricht und Mathematik abgeschlossen. Die beschriebene Untersuchung hat sie im Rahmen ihrer ersten Staatsexamensarbeit durchgeführt, derzeit arbeitet sie an ihrer Dissertation.

RUPERT SCHEUER ist in der Aus- und Fortbildung von Grundschullehrerinnen und -lehrern für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht tätig. Sein Arbeitsgebiet umfasst außerdem außerschulische Experimentalworkshops für Kinder und Sprachförderung durch naturwissenschaftliches Experimentieren im Primarbereich.

INSA MELLE ist in der Ausbildung von Studierenden für alle Lehrämter tätig. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen im Bereich der empirischen Lehr-/Lernforschung und der Entwicklung von Lernmaterialien.

Korrespondenzadresse:
TU Dortmund, Fakultät Chemie, Didaktik der Chemie,
Otto-Hahn-Str. 6, 44227 Dortmund,
anna.windt@tu-dortmund.de,
rupert.scheuer@tu-dortmund.de,
insa.melle@tu-dortmund.de



Geheimnisvoller Magnetismus

Vorstellung einer Unterrichtsreihe – Teil 1

BERNHARD LANZ

In dem Beitrag wird eine Unterrichtsreihe für eine vierte Klasse zum Thema Magnetismus vorgestellt. Dabei werden zunächst Experimente zur Anziehung und Abstoßung von Magneten sowie zu magnetischen Materialien beschrieben. Als Erklärung wird das Elementarmagnetenmodell genutzt. In einem zweiten Teil des Beitrags werden weitergehende Experimente zum Kompass und dem Magnetfeld der Erde berichtet.

1 Zum Thema

Wie spannend und faszinierend das Unterrichtsthema Magnetismus für Kinder sein kann, zeigt ein in einer »Sinus – Lippe« Grundschule durchgeführtes Unterrichtsprojekt. Mit Hilfe einer Vielzahl von Experimenten, in denen die Kinder die zum Teil selbst für Erwachsene verblüffenden Phänomene beobachten, werden die Zusammenhänge um den Magnetismus für Schüler greifbar gemacht. Dabei geht die Unterrichtsreihe neue Wege, denn sie verlässt die reine Phänomenebene immer wieder und versucht den Beobachtungen mit vorsichtigen propädeutischen Erklärungen auf den Grund zu gehen.

Schon im Altertum kannte man Steine, die Eisen anziehen. Um diese außergewöhnliche Eigenschaft des Minerals Magnetit wussten bereits die Menschen im antiken Griechenland und im alten China. Auch bei den Römern war die Wirkung von Magnetgestein bereits bekannt. So setzten z. B. einige Ärzte im alten Griechenland Magneten zum Stillen blutender Wunden ein. Chinesische Seefahrer verwendeten schon vor 1100 Jahren eine Art Kompass aus magnethaltigem Gestein als Navigationsinstrument. Von Cleopatra weiß man, dass sie ein Stirnband mit eingnähtem Magneten gegen Kopfschmerzen trug. Bis Ende des Mittelalters dachten die Menschen noch, dass von dem Magnetgestein unerklärliche magische Kräfte ausgehen, die Krankheiten heilen und böse Geister vertreiben konnten.

Magnetismus begegnet uns in vielen Naturphänomenen, beispielsweise im Magnetfeld der Erde mit seinen Auswirkungen auf das Polarlicht, aber auch in elektrotechnischen Anwendungen wie Motoren sind Magneten unverzichtbar.

Das Phänomen Magnetismus stellt für viele Menschen bis heute etwas Mysteriöses dar, denn die Kraft des Magnetismus kann man weder sehen noch hören, noch durch andere menschliche Sinne erfassen. Auch Kinder sind fasziniert, wenn Magneten Gegenstände wie von Geisterhand anziehen. Dabei können sie überall in ihrer Umgebung Magneten finden und sie verwenden:

Zuhause funktioniert die Schranktür im Kinderzimmer genauso mit einem Magneten, wie die Anhängerkupplung der Spielzeugetisenbahn. Auch in der Schule begegnen die Kinder immer wieder Magneten. Das Lernplakat wird mit Magneten an die Tafel geheftet und das Rechengeld ist ebenfalls magnetisch, um es an der Magnettafel aufzuhängen.

Neben diesem sogenannten Permanentmagnetismus gibt es auch noch den Elektromagnetismus. Bis zu seiner Entdeckung waren die Wissensgebiete Magnetismus und Elektrizität vollkommen voneinander getrennte Forschungsgebiete.

Durch Zufall fand der Wissenschaftler HANS CHRISTIAN VON OERSTEDT 1819 bei der Beschäftigung mit der Elektrizität heraus, dass eine Kompassnadel sich durch elektrischen Strom ablenken ließ. Bei einem weiteren Versuch legte er einen Kompass neben einen an eine Stromquelle angeschlossenen Stromkreis aus Kupferdraht. Diese Entdeckung der grundsätzlichen Verknüpfung von Magnetismus und Elektrizität galt in der damaligen Wissenschaft als absolute Sensation, denn nun war es möglich mit Elektrizität eine magnetische Wirkung zu erzielen. (LEITNER et al. 2006)

Heute nutzen wir den sogenannten Elektromagnetismus auf vielfältige Weise. So ist in fast jedem Elektrogerät ein Elektromagnet eingebaut. Die Anwendungsbereiche reichen von der Türklingel bis zum Schrottkran. Genau wie Permanentmagneten nutzen die Menschen die Kraft des Elektromagneten täglich ohne sich dessen bewusst zu sein.

2 Zur Unterrichtsreihe

In der nachfolgenden Unterrichtseinheit soll es um diese zwei verschiedenen Arten von Magnetismus gehen. Zum einen soll die Wirkung von Permanentmagneten (Ferromagnetismus¹) behandelt werden, zum anderen werden die Kinder sich auch mit dem Thema Elektromagnetismus² beschäftigen. Dabei soll versucht werden, den Schülern mit Hilfe von Experimenten und Modellen die Wirkweise von Permanentmagneten und Elektromagneten zu verdeutlichen. Sie werden dabei einige »historische Versuche« durchführen und damit nachvollziehen, welche grundlegenden Erkenntnisse die Wissenschaftler vor etwa 100 Jahren gewonnen haben. Genau wie die Wissenschaftler damals werden die Schüler nur ganz einfache Materialien verwenden.

1 Erklärung Ferromagnetismus: Von Ferromagnetismus spricht man dann, wenn ein Gegenstand durch den Einfluss eines magnetischen Feldes diese Eigenschaft annimmt und selber zum Magneten wird (z. B. Eisen).

2 Erklärung Elektromagnetismus: Um einen stromdurchflossenen Leiter bildet sich ein messbares magnetisches Feld. Bewegte elektrische Ladungen (Strom) erzeugen Magnetismus. Fließt also durch ein Kabel Strom, so kann man ein magnetisches Feld an der Außenhülle des Kabels messen.

2.1 Was wir über Magnetismus wissen und was wir noch wissen wollen

In der ersten Unterrichtsstunde sollte zunächst festgestellt werden, welches Wissen und welche Fragen die Kinder schon über das Thema Magnetismus haben. Der Lehrer brachte einen Hufeisenmagneten als Symbol für das neue Unterrichtsthema mit in den Unterricht. Schon hier zeigte sich ganz deutlich, wie verschieden die Lernvoraussetzungen der Kinder waren. Während einige Kinder den Magneten an seiner Form erkannten und sofort verschiedene Dinge über Magnetismus erzählten, wussten viele andere Kinder nichts mit dem Hufeisenmagneten anzufangen. Bei der Vorstellung des neuen Unterrichtsthemas zeigte sich dann aber, dass alle Kinder den Begriff Magnet bereits kannten.

Im weiteren Verlauf der Unterrichtsstunde erhielten die Kinder Pappkarten in zwei verschiedenen Farben. Der Arbeitsauftrag für die Gruppenarbeit lautete: *Schreibe auf die grünen Karten alles, was du schon über Magnetismus weißt! Schreibe auf die blauen Karten alles, was du noch über Magnetismus wissen möchtest!*

Bei der Besprechung der erstellten blauen Arbeitskarten (Das möchte ich noch wissen.) im späteren Stuhlkreis zeigten sich die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen noch einmal ganz deutlich. So wurden einfache Fragen zur Funktion des Magneten gestellt wie: »Was zieht ein Magnet an?« Es wurden aber auch Fragen zu komplexeren Sachzusammenhängen des Magnetismus gestellt wie: »Warum ist ein Magnet magnetisch?« Oder: »Wie macht der Magnet das, dass er Sachen anzieht.«

Auch bei der Besprechung der grünen Arbeitskarten (Das weiß ich schon.) zeigten sich die unterschiedlichen Wissensstände der Schüler. So gab es Aussagen, in denen ganz deutlich wurde, dass der Verfasser ein falsches Verständnis vom Magnetismus hatte wie: »Magnete ziehen fast alles an.« Es gab aber auch Aussagen, die fundierteres Wissen widerspiegeln wie: »Der Kompass läuft mit einem Magneten, und die Erde ist auch magnetisch.«

Schreibe auf die grünen Karten alles, was du schon über Magnetismus weißt! Schreibe auf die blauen Karten alles, was du noch über Magnetismus wissen möchtest!

Sowohl die blauen als auch die grünen Karten werden im Klassenrahmen kurz vorgestellt und dann als Plakatwand im Unterrichtsraum aufgehängt. Diese Plakatwand soll den gesamten Unterricht als Leitfaden, an dem sich Kinder und Lehrer immer wieder orientieren können, begleiten.

Zum Abschluss erzählt der Lehrer: *»Vor 2000 Jahren dachten die Menschen, dass die Magnetsteine magische Kräfte besitzen. Die große Cleopatra, berühmte Königin aus dem alten Ägypten, trug immer einen Magnetstein in einem Stoffband eingewickelt vor ihrer Stirn. Sie wollte damit ihre Kopfschmerzen kurieren. Auch griechische Ärzte verwendeten die Magnetsteine bei stark blutenden Wunden. Sie dachten, dass sie mit den Steinen die Blutungen stoppen konnten. Auch die Chinesen kannten den magischen Stein, der ihnen zuverlässig die Himmelsrichtung anzeigte, wenn man ihn an eine Schnur hängte.«*

Anschließend lesen die Kinder die Geschichte: »Wie der Magnet seinen Namen bekommen hat«. Diese Geschichte aus der griechischen Mythologie ist neben dem Deckblatt der erste Baustein für das »Entdeckertagebuch«, das jedes Kind im Rahmen der Unterrichtseinheit erstellen soll (Canada Science and Technology Museum, 2010).

Als Hausarbeit erhalten die Kinder folgenden Auftrag: *Bringe Gegenstände aus dem täglichen Leben mit, bei denen ein Magnet eine Rolle spielt!*

Wie der Magnet seinen Namen bekommen hat

Vor etwa 2000 Jahren lebte ein Hirtenjunge namens Magnes in den Bergen von Griechenland. Jeden Tag musste er im Gebiet eines erloschenen Vulkans Ziegen hüten.

Eines Tages geschah etwas Seltsames:

Gerade hatte er einen guten Weideplatz für seine Tiere gefunden, da bemerkte er, dass er mit seinen Schuhen am Erdboden kleben blieb. Auch sein Hirtenstab blieb, wie von einer magischen Kraft mit der Eisenspitze angezogen, am Boden hängen. Unter Aufbietung all seiner Kräfte gelang es ihm sich und seinen Wanderstab vom Boden zu lösen. Erschreckt ließ er seine Ziegen alleine und lief verängstigt zurück in sein Dorf. Er dachte nämlich die Götter der Berge würden versuchen ihn festzuhalten.

Natürlich haben die griechischen Götter Magnes nicht festgehalten. Magnes war mit seinen mit Eisenspitzen beschlagenen Wanderschuhen und seinem Wanderstab mit Eisenspitze auf magnetisches Felsgestein geraten. Eisennägel und Eisenspitze waren vom magnetischen Felsgestein angezogen worden.

Bis heute nennt man deshalb dieses Felsgestein nach seinem Entdecker Magnes.

2.2 Magnete in der Umwelt – Anziehungskraft von Magneten

Zur zweiten Unterrichtsstunde bringen die Kinder selber Gegenstände aus ihrer Umwelt mit, die magnetisch sind (Abb. 1). Nachdem die Geschichte von der Entdeckung des Magnetsteines kurz wieder aufgegriffen worden ist und im Stuhlkreis wiederholt wurde, zeigen die Kinder ihre



Abb. 1a

Abb. 1b

Kinder bringen Magnete mit in den Unterricht

mitgebrachten Gegenstände und erklären sie. Es geht in dieser Stunde in erster Linie darum, die Kinder für das Thema zu sensibilisieren. Sie sollen erkennen, wie vielfältig die Einsatzmöglichkeiten des Magneten sind und dass die Kraft des Magnetismus an vielen Stellen eingesetzt wird, ohne dass man sich dessen bewusst ist.

Die Kinder bringen Gegenstände aus ihrem Alltag mit, die magnetisch sind, z. B. ein Magnetschach (Abb. 1a). Kommentar des Schülers: »Ich nehme das Magnetschach immer mit in die Ferien. Die Magnete sorgen dafür, dass die Figuren nicht verrutschen, wenn man mal am Spiel wackelt. An der Unterseite der Schachfiguren kann man auch den Magneten sehen. Er ist aber ganz klein.«

Die Schülerin, die einen besonders starken Magneten aus einem Garagotor mitbrachte stellt die Frage: »Warum haften einige Metallscheiben an dem Magneten, obwohl sie ihn doch gar nicht berühren?« (Abb. 1b),

Im Anschluss an die Vorstellung der magnetischen Gegenstände sollen die Kinder in kleinen Arbeitsgruppen verschiedene Dinge daraufhin untersuchen, ob sie vom Magneten angezogen werden oder nicht. Die Schülerinnen und Schüler erhalten hierzu einige Gegenstände aus verschiedenen Materialien (Holzstücke, Nägel, Büroklammern, Papier, usw.) und eine Tabelle, in die sie ihre Arbeitsergebnisse eintragen können (Abb. 2).

Bevor sie ein Material aber testen, sollen sie zunächst eine Vermutung äußern, wie sich der Gegenstand in der Nähe des Magneten verhält. Diese Vermutung tragen sie dann in die Tabelle ein (Abb. 3). Danach überprüfen sie ihre Annahme mit Hilfe des Experimentes. Wenn alle Materialien überprüft sind, sollen die Kinder selbst gewählte Gegenstände im Klassenraum untersuchen und herausfinden, ob der Magnet sie anzieht.

Nach dieser Unterrichtsstunde zeigte sich, dass eine kurze Wiederholung der Unterrichtsinhalte der 2. Klasse sinnvoll und berechtigt war. Vielen waren die für die Durchführung der weiteren Arbeit wichtigen Grundlagen nicht mehr präsent.

2.3 Warum werden Materialien magnetisch?

In der folgenden Unterrichtsstunde geht es darum, den Kindern zu zeigen, dass Gegenstände mit Hilfe eines Magneten magnetisiert werden können. Der Lehrer erklärt, dass nur Material, das vom Magneten angezogen wird, auch magnetisiert werden kann. Die Schülerinnen und Schüler erhalten Stricknadeln aus weichem Eisen (die lassen sich am besten magnetisieren). Mit Hilfe eines Permanentmagneten sollen diese Nadeln magnetisch gemacht werden. Dazu streichen die Kinder mit dem Magneten über die Oberfläche der Nadel (immer in eine!!! Richtung). Danach testen sie, ob die Nadel magnetisch geworden ist, indem sie diese an eine Büroklammer halten. Genauso, wie ein Stück Eisen magnetisch gemacht werden kann, kann man es auch wieder entmagnetisieren. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten, von denen eine im Unterricht durchgeführt werden sollen. Zum einen durch starkes Schlagen auf den Eisenstab, beispielsweise mit einem (nicht magnetischen) Hammer. Zum Entmagnetisieren der Eisenstäbchen, die die Kinder für den Versuch erhalten haben, reicht aber schon, sie etwa eine Minute lang auf den Arbeitstisch zu klopfen. Ebenso könnte man das Eisen auch stark erhitzen. Diese Möglichkeit wird vom Lehrer aber nur erwähnt. Aus Gründen der Sicherheit wird sie von den Schülern nicht durchgeführt.

Exkurs: Warum wird ein Material magnetisch?

Im Elementarmagnet-Modell wird ein magnetisches Material, z. B. Eisen, als etwas beschrieben, das in seinem Inneren aus unzählig vielen winzig kleinen Einzelmagneten besteht (Elementarmagnete). Gelangt ein magnetischer Gegenstand in die Nähe eines Permanentmagneten, so richten sich die Elementarmagneten entsprechend des Magnetfeldes aus. Die Elemente im Material werden durch den Einfluss des Permanentmagneten vorübergehend geordnet. Dadurch wird der Gegenstand dann selber magnetisch. Die Wissenschaftler sprechen dann von magnetischer Influenz, also von der Übertragung des Magnetismus des Magneten auf ein anderes Material.



Abb. 2 Untersuchung von Gegenständen auf ihre magnetischen Eigenschaften. Nicht alle Schüler verwendeten die vom Lehrer zur Verfügung gestellten Magnete. Der Schüler links verwendet stattdessen die Magneten aus seinem Schachspiel



Schnell erkennen die Kinder, dass die Ordnung im Inneren des Eisenstabes die magnetische Wirkung bewirkt haben muss.

Nach dem durchgeführten Lehrerversuch zeigt der Lehrer noch die beiden Bilder »magnetisches Drahtstück« und »unmagnetisches Drahtstück« (Abb. 5), das das Innere zweier Eisenstücke zeigt.

Der Lehrer erklärt: »Das Innere jedes Eisenstückes besteht aus ganz vielen kleinen Magneten. Diese Magnete stehen alle in unterschiedlicher Richtung, genau so wie man es in der Schale mit den Drahtstücken sehen kann. Natürlich stehen sie im Eisenstück viel enger zusammen. Reibt man nun mit einem Magneten über ein Eisenstück, dann richten sich diese kleinen Magneten alle in eine Richtung aus.«

Schnell erkennen die Kinder, dass die magnetische Wirkung die Ordnung im Inneren des Eisenstabes bewirkt haben muss. Und sie schlussfolgern dann auch richtig: »Wenn ich auf den Eisenstab schlage, dann passiert in dem Stab genau das, was auch in unserem Modell passiert ist. Die Atome kommen wieder durcheinander und der Stab ist nicht mehr magnetisch.«

Zum Schluss der Unterrichtsstunde dokumentieren die Kinder ihre Erkenntnisse in ihrem Entdeckertagebuch (Abb. 6).

Finde heraus, welche Gegenstände magnetisch sind!
Vermute zuerst und trage deine Vermutung in die Tabelle ein!

| Gegenstand | Vermutung | | Experiment | |
|-----------------|------------|------------------|------------|------------------|
| | magnetisch | nicht magnetisch | magnetisch | nicht magnetisch |
| Styropor | | X | | X |
| Platte | X | | X | |
| Gummi | | X | | X |
| Cent | X | | X | |
| Stoff | | X | | X |
| Wool | X | | X | |
| dunkle Nägel | X | | X | |
| Rot Nagel | | X | | X |
| Marmor | | X | | X |
| Papier | | X | | X |
| Bügelkammer | X | | X | |
| Ston | | X | | X |
| Mittel Schraube | X | | X | |
| neue Schraube | X | | X | |
| Holz | | X | | X |

Abb. 3 Entdeckertagebuch zum Festhalten der Beobachtungen

2.4 Wo sind Magneten am stärksten?

In der folgenden Unterrichtsstunde geht es darum herauszufinden, wo der Stabmagnet seine stärkste Anziehungskraft entwickelt. Vorher soll den Kindern aber noch einmal das Modell des magnetisierten Eisenstabes in Erinnerung gerufen werden, da sich dieses Modell direkt auf den Magneten übertragen lässt. Es wird dazu der Modellversuch mit der Plastikbox von einem der Kinder noch einmal erklärt. Die Lehrkraft leitet daraus die nächste Frage und den Arbeitsauftrag ab: »In der letzten Stunde haben wir einen Eisenstab magnetisiert. Heute sollt ihr ausprobieren, wo der Stabmagnet die meiste Magnetkraft hat. Dazu bekommt ihr zwei Stabmagnete und einige Eisennägel. Schätzt zunächst, wie viel Nägel der Magnet wohl tragen kann und überprüft dann eure Vermutung. Probiert dann aus, an welcher Stelle der Magnet seine stärkste Kraft hat! Schreibe deine Beobachtungen in dein Entdeckertagebuch! Versuche auch zu erklären, warum die Eisennägel am Magneten haften bleiben!«

Sehr gut lässt sich die Wirkung der magnetischen Influenz mit einem Magneten und einer transparenten Schachtel mit Nägeln zeigen (Abb. 4). Die Nägel stellen in der Lehrerdemonstration die Elementarmagneten in einem magnetischen Material dar. Sobald man mit dem Magnet über die Schachtel fährt, richten sich die Nägel nach ihren Polen in eine Richtung aus. Klopf man vorsichtig an die Schachtel, dann geraten die Eisenspäne wieder in Unordnung. Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen: Hier werden die Einzelmagneten des Eisenstabes in eine bestimmte Ordnung gebracht.

Exkurs: Die Anziehungskraft eines Magneten ist an seinen Polen besonders stark, je weiter man in die Mitte des Magneten kommt, um so schwächer wird die Magnetkraft. Genau in der Mitte hat der Magnet so gut wie keine Kraft (Abb. 7).

Mit Hilfe des Nagelexperimentes können die Kinder selber feststellen, an welchen Stellen der Magnet die stärkste Anziehungskraft hat (Abb. 8). Schnell erkennen sie, dass der Stabmagnet an den Spitzen eine sehr starke und in der Mitte eine sehr schwache Anziehungskraft hat. Je



Abb. 4 Modell des unmagnetischen Drahtes (links) und des magnetischen Drahtes (rechts).

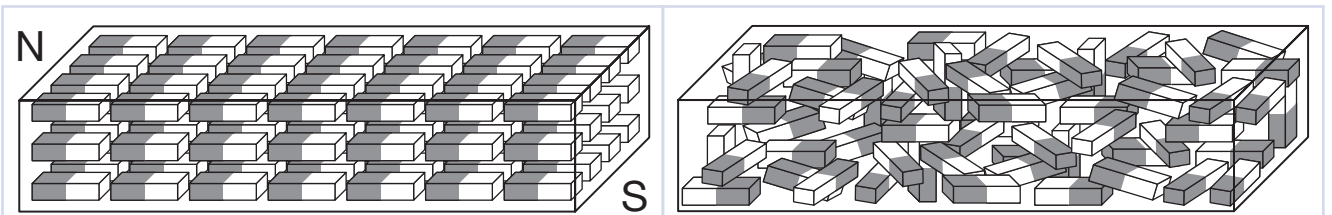


Abb. 5 Magnetisches und unmagnetisches Drahtstück im Elementarmagnet-Modell.

Versuche zum Magnetismus

1. Versuch:

Reibe vorsichtig mit dem Magneten über die Nadel. Achte darauf, dass du nur in eine Richtung arbeitest. Beschreibe deine Beobachtung! Klopfe vorsichtig mit der Nadel auf den Tisch. Was passiert?

Wenn alle elemente in eine Richtung zeigen dann ist das Eisen an der gerieben wurde Magnetisch und wenn man drauf klopft dann ist es entmagnetisiert weil die teile wieder durcheinander geraten sind.

Versuche zum Magnetismus

1. Versuch:

Reibe vorsichtig mit dem Magneten über die Nadel. Achte darauf, dass du nur in eine Richtung arbeitest. Beschreibe deine Beobachtung! Klopfe vorsichtig mit der Nadel auf den Tisch. Was passiert?

Als erstes mussten wir einen Magneten über einen Stab reiben. Der Stab wurde nach einiger Zeit Magnetisch und er zog 7 Büroklammer an. Am Ende haben wir den Stab auf den Tisch gehauen und der Stab war nicht mehr Magnetisch. Die Elemente wurden natürlich durch ander geschüttelt.

Abb. 6 Beispiele aus den Aufzeichnungen von Schülerinnen und Schülern. Zur Verdeutlichung ist links noch der Querschnitt der Nadel, in der die Elemente ungeordnet aneinander liegen, gezeichnet.

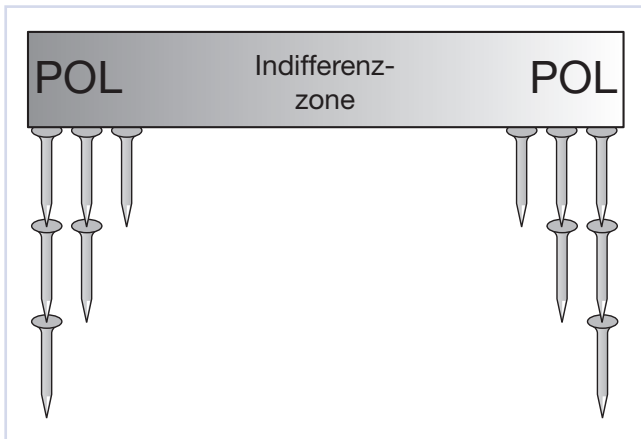


Abb. 7 Unterschiedliche Anziehung an verschiedenen Stellen eines Magneten.

weiter sie in die Mitte des Magneten kommen, je weniger Nägel können sie anhängen. Die Schülerinnen und Schüler formulieren ihre Beobachtungen beispielsweise so »Der Stabmagnet reicht die Kraft weiter an die Eisennägel und die kleben dann aneinander.« Ein anderer Schüler erklärt das Experiment: »Der Magnet macht den ersten Nagel magnetisch. Der macht den nächsten Nagel magnetisch, aber nicht so stark, weil er nur mit seiner Kraft den Nagel magnetisch machen kann und immer so weiter, irgendwann hat ein Nagel keine Kraft mehr, um den nächsten magnetisch zu machen. An der Seite ist der Magnet am stärksten. Weil die Elemente in einem Magneten alle in eine Richtung zeigen und es zeigt keiner in die Mitte«. Jeder Arbeitsgruppe wurden zwei Stabmagneten zur Verfügung gestellt. So können die Schülerinnen und Schüler entdecken, dass Anziehungskraft, wenn man die Magneten zusammen hält, stärker wird, sich aber nicht verdoppelt.



Abb. 8 Nagelexperiment zur Untersuchung der Stellen mit der höchsten Anziehungskraft eines Magneten.

Im Folgenden scheint es unerlässlich, das Experiment »Wo ist der Stabmagnet am stärksten?« noch einmal zu besprechen. Die Notizen der Schüler machen gut deutlich, auf welchem unterschiedlichem Niveau die Kinder sich im Bezug auf die Erklärung des beobachteten Phänomens befinden (Abb. 9).

Sie erklärt ihre Beobachtung eher oberflächlich. Sie macht richtigerweise die Schwerkraft als eine weitere Ursache für das Abfallen der Nägel verantwortlich. Eine weitere Erklärung gibt sie nicht. Dafür stellt sie in einem Bild ganz genau dar, wie die Nägel am Magneten hängen.

Deshalb sollen die Kinder zum Schluss der Stunde selber einen Erklärungsversuch zu den beobachteten Phänomenen formulieren. Abbildung 10 zeigt ein Bild, das ein Schüler zur Verdeutlichung seiner Erklärung malt. Dazu erklärt er: »Der Magnet zieht zu beiden Seiten, in der Mitte zieht er nicht.«

Versuche zum Magnetismus

2. Versuch:

Du benötigst einen Stabmagneten und einige Nägel. Versuche so viele Drahtstifte wie möglich an den Stabmagneten zu hängen und zwar so, dass alle Nägel aneinander hängen.

Kannst du erklären, warum die Nägel am Magneten haften?

Der Erste Nagel wird magnetisiert und so hält er den nächsten Nagel und der den darauf usw. fliegen und so weiter... aber irgendwann wird ein Nagel nicht mehr halten da so liegt an der Schwerekraft und daran das der Erste Nagel nicht so viel Kraft hatte.

Abb. 9 Lisas Protokoll



Abb. 10 Erklärung eines Schülers zur unterschiedlichen Anziehungskraft eines Magneten.

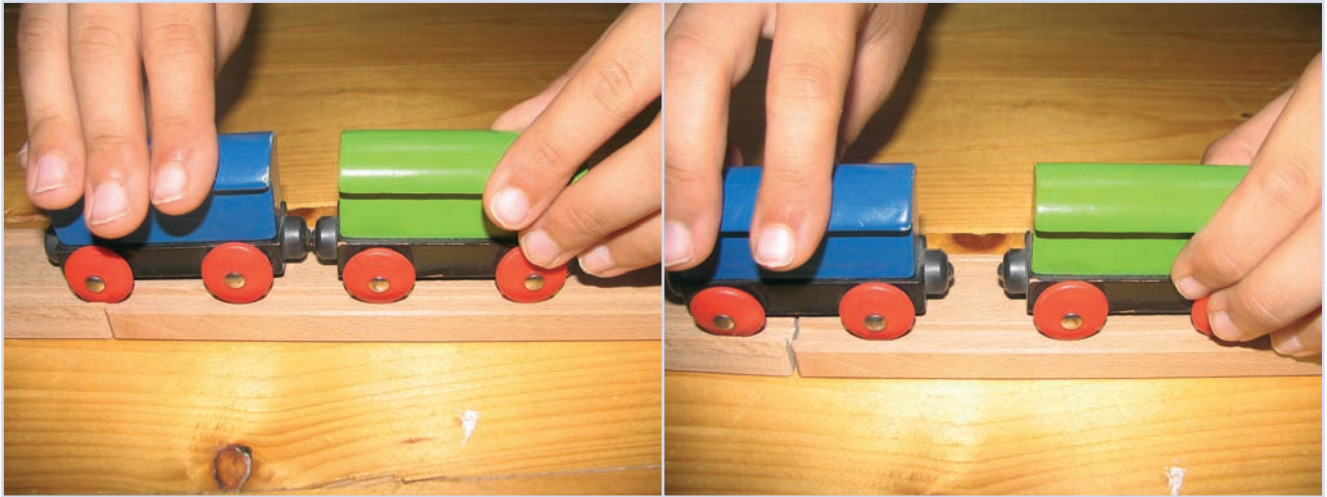


Abb. 11 Untersuchung der anziehenden und abstoßenden Wirkung von Magneten

Schnell erkennen die Kinder bei der Beschäftigung mit dem Arbeitsauftrag, dass der Magnet an den Spitzen die meiste Kraft hat. Sie bemerken durch Ausprobieren auch, dass der Magnet in der Mitte so gut wie keine Kraft hat. Die Kinder versuchten das Beobachtete zu erklären. Während einige Kinder lediglich den Versuchsablauf noch einmal mündlich wiederholten, versuchten andere Kinder das Gesehene in das bisher Gelernte einzuordnen. Wichtig in diesem Zusammenhang war der abschließende Stuhlkreis, in dem noch einmal für alle Schüler die Gründe für die unterschiedliche Anziehungskraft dargestellt wurden.

2.5 Komm her – fahr weg – Gleiche Pole stoßen sich ab

In dieser Unterrichtsstunde erhalten die Kinder in kleinen Arbeitsgruppen zwei Anhänger einer Holzeisenbahn. Die Anhänger werden mit einer Magnetkupplung aneinander gehängt (Abb. 11). Der Lehrer erklärt den Arbeitsauftrag: *Du benötigst zwei Waggons und Schienen einer Holzeisenbahn. Versuche die Waggons aneinander zu hängen. Was fällt dir etwas auf? Notiere deine Beobachtungen im Entdeckertagebuch!*

Schnell entdecken die Kinder, dass die Waggons sich nur auf eine Art zusammenhängen lassen. Versucht man es anders herum, dann stoßen sich die Pole ab.

Die Beobachtungen werden im Stuhlkreis besprochen und im Entdeckertagebuch niedergeschrieben.

Im Teil 2 des Beitrages geht es u. a. um die folgenden Aspekte:

- Das Magnetfeld von Stabmagneten
- Die Magnetischen Pole der Erde
- Der Kompass
- Magnetismus und Elektrizität

Literatur

Canada Science and Technology Museum (2010). *Background Information for magnets.* http://www.sciencetech.technomuses.ca/ENGLISH/schoolzone/Information_Magnetic.cfm (13.01.10)

LEITNER, E. (2006). HANS CHRISTIAN OERSTED und sein Versuch. http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph07_g8/versuche/O5oersted/oersted.htm (13.01.10)



BERNHARD LANZ hat an der Westfälischen Wilhelms Universität den Studiengang Lehramt für die Primarstufe absolviert. Seit 1990 arbeitet er als Grundschullehrer im Ruhrgebiet und in Lippe. Zur Zeit ist er an der Grundschule »Am Kirchplatz« in Schötmar, Bad – Salzuflen tätig. Seit 2007 arbeitet er im Projekt Sinus Grundschule NRW, seit 2009 im Projekt Sinus Lippe. Hier hat er sich auf die Themenbereiche Elektrizität und Magnetismus spezialisiert. Kontakt: lanzevenhausen@aol.com ■

Lernumgebung »Butterkekse«

Praxisbericht aus einer SINUS Grundschule Berlin

MARIA HUMS-HEUSEL

Mathematik ist überall – man muss es nur erkennen. In diesem Beitrag wird aufgezeigt, wie im Rahmen einer Lernumgebung eine Beziehung zwischen Mathematik und Alltag hergestellt wird. Die herkömmliche Textaufgabe wird aus der Rolle des Anhängsels befreit und die Sache selbst wird zum Ausgangspunkt. Sich den Fragen der Kinder zu öffnen führt diese zu Selbstständigkeit und fördert das Interesse an der Suche nach Antworten. Die Idee zu dieser Lernumgebung entstand bei einem Klassenausflug.

1 Einleitung

Lernumgebungen eröffnen vielfältige Lernchancen, indem sie eine Aufgabe, die auf den ersten Blick durchaus unscheinbar erscheinen mag, in den Mittelpunkt einer intensiven und sich selbst, also auf natürliche Weise, differenzierenden Auseinandersetzung für alle Kinder stellen. Die hier vorgestellte Lernumgebung im Themenfeld Größen und Messen (vgl. Kasten 1) wurde im SINUS Projekt Berlin entwickelt und in einer 4. Klasse erprobt (GEBERT et al. 2009).

Themenfeld

Größen und Messen

Anforderung

zu einer Sachsituation mathematische Fragen entwickeln

Allgemeine mathematische Kompetenz

Modellieren: Darstellungen der Lebenswirklichkeit relevante Informationen entnehmen; Sachprobleme in die Sprache der Mathematik übersetzen

Stufe

3. bis 4. Klasse

Zeitbedarf

4 bis 5 Unterrichtsstunden

Material

- Kekse und Verpackungen
- Waage
- Maßband

Kasten 1

2 Worum geht es?

Im Allgemeinen versteht man unter dem Begriff »Sachrechnen« das Bearbeiten von Aufgaben, die sich auf das Berechnen von Sachen und mathematischen Größen beziehen. Es werden verschiedene Typen von Sachaufgaben unterschieden: Sachbilder, eingekleidete Aufgaben, Text- und Denkaufgaben, Rechengeschichten, etc. Noch viel zu häufig folgt das Sachrechnen dem traditionellen Muster von eingekleideten Aufgaben, die nach dem Schema »Fra-

ge – Rechnung – Antwort« bearbeitet werden und den Kindern wenig Spielräume für das Finden von Lösungswegen lassen.

Für SPIEGEL & SELTER gilt Sachrechnen als »Oberbegriff für die Auseinandersetzung mit Aufgaben, die einen Bezug zur Wirklichkeit aufweisen. Ziel des Sachrechnens ist es, die Erfahrungswelt der Kinder zu erhellen, zu diskutieren, zu strukturieren und mit mathematischen Mitteln zu analysieren.« (SPIEGEL & SELTER 2006, 74)

Im Vordergrund steht eine Sache, die aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler stammt.

Bei der vorliegenden Aufgabe (vgl. Kasten 2) handelt es sich um ein echtes Sachproblem. Im Vordergrund steht eine Sache, die aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler stammt. Butterkekse, ein beliebter Snack bei Wandertagen oder in der Pause, sind eine Sache, zu der alle Kinder einen Bezug haben. Die Frage »Was hat eine Packung Butterkekse mit Mathematik zu tun?« bietet einen Anlass, die Kinder neugierig darauf zu machen, sich mit mathematischen Inhalten auseinander zu setzen.

Anders als bei herkömmlichen Textaufgaben, werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, Aufgabenstellungen selbst zu entwickeln, was eine ungewohnte Herausforderung darstellt. Diese werden auf Vergleiche der Preise, der Anzahl, des Gewichts, der Kantenlänge, der Flächen und des Volumens hinauslaufen. Die Fragestellung ist bewusst so offen gehalten, um die Kinder zu sensibilisieren und ihren Blick für Mathematik zu schärfen: »Mathematik ist überall«. Die Einstellung, Mathematik nur mit Zahlen und arithmetischen Aufgaben zu assoziieren, soll aufgebrochen werden. Unser alltägliches Leben ist umgeben von mathematischen Situationen, die auch Größen und Messen, Klassifizieren, Sortieren und Geometrie umfassen.

Die Schüler müssen bereits im Vorfeld Überlegungen anstellen und Entscheidungen treffen: Was interessiert mich an dem Thema? Was will ich wissen? Welche Informationen brauche ich? Wie finde ich die Lösung?

Da möglicherweise nicht alle benötigten Daten zur Verfügung stehen, ist es unter Umständen notwendig, Angaben durch vertrautes Alltagswissen oder durch Recherchen einzubringen. Manche Aufgaben werden Fermi-Aufgaben sein, die dadurch charakterisiert sind, dass es keine exakten Lösungen gibt, die durch Messen oder Zählen gefunden werden können, sondern dass es nur Näherungslösungen gibt, die durch begründetes Schätzen oder durch

Überschlagsrechnung gewonnen werden können (vgl. PETER-KOOP & RUWISCH 2003). Bei der Bearbeitung der Aufgabe lernen die Kinder sachbezogene Fragestellungen zu entwickeln, Alltagswissen zu benutzen, flexibel zu rechnen und sie vertiefen ihre Fähigkeit im Umgang mit Größen.

Aufgabe

Was hat eine Packung Butterkekse mit Mathematik zu tun?

Wie könnte es weitergehen?

- Rechengeschichten zu anderen Themen aus dem Bereich »Größen«
- Fermi-Aufgaben

Kasten 2

3 Wie kann man vorgehen?

Zu Beginn der Unterrichtssequenz wird den Schülerinnen und Schülern die Frage gestellt: »Was hat eine Packung Butterkekse mit Mathe zu tun?« Die weitere Bearbeitung der Aufgabe könnte beispielsweise im Rahmen der Freiarbeit oder Wochenplanarbeit geschehen. Wichtig ist vor allem, dass alle Kinder Zeit und Ruhe haben, zunächst allein über diese Frage nachzudenken und eigene Überlegungen anzustellen. Die Ideen dazu werden schriftlich festgehalten.

Was hat eine Packung Butterkekse mit Mathe zu tun?

Im Anschluss daran nimmt das Unterrichtsgespräch eine wichtige Rolle ein: Die Ideensammlungen werden im Gesprächskreis vorgestellt. Die Schülerinnen und Schüler vergleichen ihre Ideen miteinander, stellen Gemeinsamkeiten fest und nehmen neue Vorschläge auf. Das Finden von Aufgaben wird durch Konkretisierung des Arbeitsauftrages erleichtert: »Findet Aufgaben, die interessant sind und die ihr lösen könnt!« Es ist damit zu rechnen, dass auch Aufgaben formuliert werden, die auf mathematischem Wege nicht zu lösen sind.

Beim Finden von Aufgaben müssen die Kinder

- Informationen unterscheiden (Sind das Aufgaben, die mathematisch zu lösen sind oder brauche ich andere Informationsquellen?)
- sich einen Überblick verschaffen (Welche Information enthält die Verpackung, hilft diese beim Lösen der Aufgabe?)
- Aufgaben bewerten (Sind sie leicht oder schwer zu lösen?) und darüber kommunizieren.

Hierfür ist das Arbeiten in Gruppen günstig, denn der Arbeitsauftrag bietet zahlreiche Anlässe für Gespräche zwischen den Schülerinnen und Schülern. Gemeinsam entwickeln sie konkrete Fragestellungen und schreiben diese auf. Diese Arbeitsphase braucht ausreichend Zeit, da es den Kindern häufig schwer fällt, Fragen zu formulieren und die Diskussion innerhalb der Arbeitsgruppe über die Fragestellungen kein einfacher Prozess ist. Jede Frage wird an der Tafel öffentlich gemacht, um eine Vielfalt von

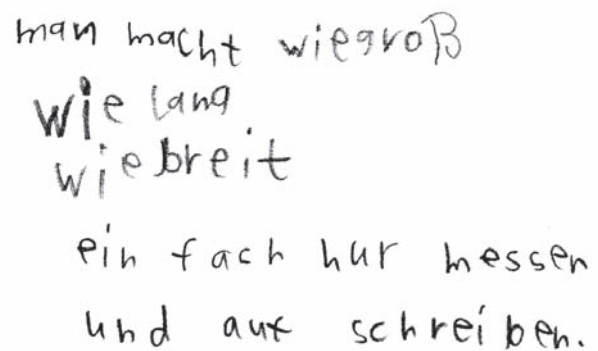
Aufgaben zu sichern und die Schülerinnen und Schüler zum Entwickeln weiterer Ideen anzuregen.

Es ist sinnvoll, die Aufgaben in einem nächsten Arbeitsschritt auf korrekte Schreibweise zu überarbeiten und sie zu vergrößern, sodass für die weitere Arbeit eine Sammlung von Aufgaben an der Tafel hängt. Nun entscheidet jedes Kind selbst, mit welcher Fragestellung es sich beschäftigen will. Den Schülerinnen und Schülern stehen einzelne Kekse, Keksverpackungen, Messinstrumente (Waage, Maßband) und Rechengeld zur Verfügung. Die Bearbeitung der Aufgaben in Einzelarbeit hat den Vorteil, dass jeder von seinen Interessen ausgeht und auf seinem Lernniveau arbeitet. Die Arbeit in Gruppen erleichtert die Bearbeitung komplexer Fragestellung wie beispielsweise Fermiaufgaben und eröffnet häufig neue Ideen für Lösungsmöglichkeiten (SCHERER & BÖNIG 2004).

Zum Abschluss der Arbeitsphase schließt sich die Präsentation der Arbeitsergebnisse an. Alle Schülerinnen und Schüler erhalten die Gelegenheit sich gegenseitig zu zeigen, an welchen Fragestellungen sie gearbeitet haben und wie sie die Fragen gelöst haben. Dabei werden die Denk- und Lösungswege von anderen nachvollzogen und diskutiert. Das schult unter anderem auch die Fähigkeit zur Kommunikation und Argumentation.

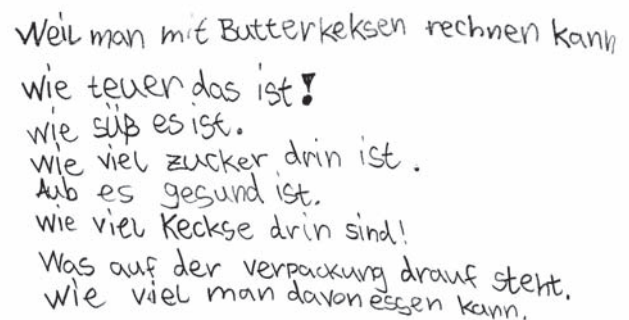
4 Erfahrungsbericht

Schon bei der Sammlung der Ideen in einer 4. Klasse zeigt sich die ganze Spannweite der Heterogenität in dieser Lerngruppe. Während Emma (Abb. 1) ganz einfache Fragen formulierte, die sich ganz wörtlich genommen auf die »Packung« beziehen, zeigte Baker (Abb. 2) ein wei-



man macht wie groß
wie lang
wie breit
einfach nur messen
und aufschreiben.

Abb. 1 Emma formuliert einfache Fragen zum Messen.



Weil man mit Butterkekse rechnen kann
wie teuer das ist!
wie süß es ist.
wie viel zucker drin ist.
ob es gesund ist.
wie viel Kekse drin sind!
Was auf der verpackung drauf steht.
wie viel man davon essen kann.

Abb. 2 Baker interessieren vielfältige Antworten.

tergehendes Verständnis von Mathematik. Felix (Abb. 3) mischte Fragen zur Geometrie von Keksen und Verpackung mit Fragen zum Thema Größen und Messen.

Anahita (Abb. 4) hat sich eine einfache Frage ausgesucht und wendet zur Berechnung das Malkreuz an.

Lena (Abb. 5) macht sich einen Plan zur Berechnung der Frage, wie viele Kekse so schwer wie ein Kilogramm sind. Sie sucht sich die notwendigen Informationen zielgerichtet heraus und geht ihren eigenen Lösungsweg.

Antonia (Abb. 6) arbeitet sich schrittweise an die Lösung heran, um den Überblick nicht zu verlieren. Nach der Berechnung von 10 Packungen erkennt sie einen Zusammenhang und löst dann die Aufgaben mit Stufenzahlen.

Marcel (Abb. 7) hat sich eine weitere Frage überlegt. Er versucht rechnerisch eine Lösung zu finden, hat aber Probleme mit der Dezimalzahl. Mit Hilfe eines Maßbandes stellt er fest, dass 8 Kekse aneinander gelegt ca. 50 cm lang sind, also 16 Kekse 1 m entsprechen. Die weitere Rechnung führt er halbschriftlich fort.

Die mathematische und kreative Vielfalt der von den Schülerinnen und Schülern erfundenen Aufgaben spiegelt sich in der folgenden Liste wider. Die Fragen wurden hier nachträglich nach Bereichen sortiert.

Größen (Gewicht/Masse, Länge, Volumen und Geld)

- Wie viel wiegt ein Keks?
- Wie viel wiegt die ganze Packung?
- Wie schwer sind 12 Packungen?
- Wie viele Kekspackungen sind so schwer wie ein Löwe? ein Elefant? die Erde?
- Wie lang und breit ist die Packung?
- Wie teuer ist eine Packung?
- Wie viel kosten zwei Packungen?
- Wie viel Hohlmaß (Rauminhalt) hat eine Packung?

Arithmetik

- Mein Vater fotografiert 10 Bilder von der Packung. 100mal wird jedes Bild gedruckt. Wie viele Bilder sind es am Ende?
- Wie viele Kekse sind in einer Packung?
- Schätzaufgabe: Wie viel Kekse sind in einer Packung?
- Wie viele Wellen (Zähnnchen) hat ein Keks?

Geometrie

- Welche Form hat ein Keks? Wie lang, wie breit ist er?

Sachaufgaben/Sachunterricht »Ernährung« und »Herstellungsprozess«

- Wie viel Butter ist in einem Keks?
- Wie viel Zucker ist in einer Packung?
- Ein Zuckerwürfel wiegt etwa 4 g. Wie viele Zuckerwürfel stecken in einer Packung?
- Wie viele Zutaten braucht man um einen Butterkeks herzustellen?
- Wie viele Kalorien sind in einem Keks/in einer Packung?
- Wie lange muss man joggen, um die Kalorien von 20 Packungen los zu werden?
- Wie viele Kekse kann man davon essen?
- Wie viele Fabriken gibt es?

Daten

- Wie viele essen Butterkekse?

Die Kekse sind Quadratisch und man kann die Ecken zählen. Wie viele Zupfoten drin sind. und wie viele sind der Packung drin ist. Wie viel es wiegt. Wie viele cm der Keks hat. Bis zu welchem Datum geht der Keks.

Abb. 3 Felix stellt Fragen zur Geometrie und zu Größen.

wie schwer sind 12 Packungen?

$$200g \cdot 12 = 2400g$$

| | | |
|-----|------|-----|
| • | 10 | 2 |
| 200 | 2000 | 400 |

Abb. 4 Eine schlichte Frage mit Lösung von Anahita.

Wie viele Kekse sind 1kg? 200 Kekse sind 1kg.

200g wiegt eine Packung

$$1000g = 1kg$$

ich weiß wie viele Kekse in einer Packung sind

40 Kekse sind in einer Packung:

Packung:

- 40 Keks = 200g
- 80 Keks = 400g
- 120 Keks = 600g
- 160 Keks = 800g
- 200 Keks = 1000g

Abb. 5 Lena zeigt Wege zur Berechnung ihrer Frage auf.

Wie viele Kekse wiegen so viel wie ein Löwe?

1 Löwe = 200 kg
 1 Packung Kekse = 200g
 2 Packung Kekse = 400g
 3 Packung Kekse = 600g
 4 Packung Kekse = 800g
 5 Packung Kekse = 1kg
 6 Packung Kekse = 1200g
 7 Packung Kekse = 1400g
 8 Packung Kekse = 1600g
 9 Packung Kekse = 1800g
 10 Packung Kekse = 2kg
 10 · 10 = 100 Packung
 2kg · 10 = 20kg
 20kg · 10 = 200kg
 100 Pa · 10 = 1000 Packung

Abb. 6 Schrittweise zu Lösung der ungewöhnlichen Vergleichsfrage.

Die Aufgaben lassen, wie für Lernumgebungen charakteristisch, natürliche Differenzierung zu. Fragestellungen und verschiedene Lösungswege sind auf ganz unterschiedlichen Schwierigkeitsniveaus möglich.

Ein eher einfacheres Fragen- und Lösungsniveau zeichnet sich aus durch:

- Formulieren einfacher Fragen, die für das jeweilige Kind überschaubar sind.
- Lösen der Aufgaben handelnd durch Messen und Wiegen oder mit Hilfe von Zeichnungen.
- Auswahl von einfachen Fragestellungen mit einfachen Berechnungen aus dem Fragenkatalog der Klassengemeinschaft.

Ausdifferenziertes und höheres Niveau zeigen die Kinder, indem sie

- komplexere Fragen, für deren Beantwortung mehrschrittige Berechnungen ausgeführt werden müssen, stellen.
- sich in größeren Zahlenräumen bewegen.
- Informationen sortieren und entsprechend nutzen können.
- sich auch mit Fragestellungen, bei denen ihnen noch nötige Kenntnisse und Informationen zur Bearbeitung fehlen, beschäftigen.

5 Fazit

Die Aufgabenstellung war für alle Kinder gut verständlich, das Sachthema machte ihnen Freude. Eigene Fragestellungen zu entwickeln war motivierend und regte die Fantasie an.

Bereits vor dem Lösen der Aufgaben fand ein reger Austausch über mögliche Lösungswege statt. Auch die Lösungswege wurden präsentiert und lebhaft diskutiert. Damit zeigt sich die Förderung auch im Kompetenzbereich des Kommunizierens.

Eigene Fragestellungen zu entwickeln ist motivierend und regt die Fantasie an.

In Bezug auf das soziale Lernen, das nicht nur im Mathematikunterricht von großer Bedeutung ist, konnte in der Praxis ermöglicht werden, dass gemeinsames Arbeiten und eigenständiges Arbeiten in einem ausgewogenen Verhältnis standen.

Eine besondere und allgemein bekannte Schwierigkeit beim Rechnen mit Größen ist die Notwendigkeit, die Angabe der Einheiten zu beachten und gegebenenfalls entsprechend umzurechnen. Dies fiel den Schülerinnen und Schülern im Zusammenhang der eigenen Butterkeks-Aufgaben auffallend leicht.

Wie viele Kekse brauche ich für 100 m?

Ich weiß: 1 keks $\hat{=}$ 6,2cm

63,2 = 10 kekse
 63cm $\hat{=}$ 10 kekse

1

16 kekse = 1m

16 · 100 =
 10 · 100 = 1000
 6 · 100 = 600 - 1600 kekse

Es sind 1600 kekse

Abb. 7 Kekse als Wegemaßstab – eine Idee von Marcel

Literatur

GEBERT, A. et al. (2009). *Individuelle Stärken herausfordern – 11 Lernumgebungen für einen differenzierenden kompetenzorientierten Mathematikunterricht von der Schulanfangsphase bis zur 6. Klasse*. Berlin: Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung.

PETER-KOOP, A. & RUWISCH, S. (2003). *Gute Aufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule*. Offenburg: Mildenerger.

SCHERER, P. & BÖNIG, D. (2004). *Mathematik für Kinder – Mathematik von Kindern*. Frankfurt a. M: Grundschulverband.

SELTER, CH. & SPIEGEL, H. (2003). *Kinder & Mathematik*. Seelze: Kallmeyer.



MARIA HUMS-HEUSEL studierte in Berlin Mathematik und Politik (Lehramt). Nach einer Montessori-Ausbildung wendete sie sich dem Mathematik-Anfangsunterricht zu. Sie arbeitet seit 15 Jahren im Grundschulbereich. Angeregt durch das Konzept »mathe 2000« entwickelt sie ihr Repertoire weiter; wirkt im Modellvorhaben SINUS-Grundschule mit und ist in unterschiedlichen Lehrerfortbildungen tätig. Zurzeit arbeitet sie u. a. als Fortbildnerin im Rahmen der Bildungsinitiative »Prävention von Rechenstörungen« der Senatsverwaltung Berlin.

Kontakt: maria.hums-heusel@t-online.de



Seifenblasen – vergängliche Schönheit

Ein Modul für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Klasse 5 und 6

SABINE STRELLER

Mit dem vorliegenden Modul möchten wir eine Möglichkeit zeigen, wie Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht an das selbstständige Planen und Durchführen von Experimenten herangeführt werden können. Inhaltlicher Schwerpunkt sind Seifenblasen, die nicht nur auf Kinder eine große Faszination ausüben. Bei der Entwicklung des Moduls haben wir besonderen Wert darauf gelegt, einfach durchführbare Experimente ohne großen Materialaufwand zu beschreiben, die auch in der Grundschule Einsatz finden können.

1 Einleitung

Ein zentrales Ziel im PROFILES Projekt sind langfristig angelegte Fortbildungsveranstaltungen für Lehrerinnen und Lehrer, die an den Wünschen, Bedürfnissen und Interessen der Teilnehmer/-innen ausgerichtet sind (www.profiles-project.eu). Um diesem Ziel gerecht werden zu können, müssen die Wünsche und Erwartungen der Teilnehmer zunächst erfragt werden.

Im Schuljahr 2012/13 nahmen an den monatlichen Treffen der Veranstaltungsreihe »ProNawi – Projektgruppe Naturwissenschaften« (STRELLER, ERB & BOLTE, 2012) Lehrerinnen und Lehrer aus Grund- und Oberschulen teil, die in Berlin das Fach Naturwissenschaften in den Klassenstufen 5 und 6 unterrichten. Als Schwerpunkte, die in den Veranstaltungen thematisiert werden sollten, formulierten die Kolleg(inne)n u. a. Folgendes: naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung, forschendes Lernen,

Hinführung der Schüler/-innen zu selbstständigem und verantwortungsvollem Lernen, Curriculumentwicklung für das Fach Naturwissenschaften, Kennenlernen von im Unterrichtsalltag machbaren Schülerexperimenten mit wenigen Hilfsmitteln. Neben den eher methodischen Schwerpunkten entstand im Laufe der Veranstaltungen auf Seiten der Teilnehmenden der Wunsch, das Thema Seifenblasen näher zu bearbeiten und eine Unterrichtsreihe zu Seifenblasen zum Schwerpunkt forschendes Lernen für den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwickeln. Parallel zur Planung wurden Sequenzen des Moduls von den Lehrer(inne)n im eigenen Unterricht erprobt.

Ein weiteres Ziel von PROFILES ist es, die Unterrichtsmaterialien, die gemeinsam mit den Lehrern entwickelt und erprobt wurden, Lehrerinnen und Lehrern in den europäischen Partnerländern, z. B. via Internet, zugänglich zu machen.

2 Sachinformationen

Für Kinder und auch für Erwachsene sind Seifenblasen immer wieder faszinierend. Ihre Schönheit, die sich vor allem in ihrer Leichtigkeit und den schillernden Farben ausdrückt, ihre Kurzlebigkeit sowie ihre leichte Herstellbarkeit machen den besonderen Reiz von Seifenblasen aus.

Seifenblasen¹ bestehen aus einer Wasserschicht, die von zwei Tensidschichten – innen und außen – begrenzt ist (BAUM & SCHWARZER, 2013, S. 25).

Die Tensidmoleküle ordnen sich so an der Wasserschicht an, dass ihre hydrophilen Enden im Wasser sind, während die hydrophoben Anteile in Richtung Luft orientiert sind, die sich sowohl außerhalb als auch innerhalb der Seifenblase befindet. Die Schichtdicke einer Seifenblase beträgt einige hundert Nanometer. Sie kann mit relativ einfachen Mitteln bestimmt werden (BAUM & SCHWARZER, 2013, S. 26).

Seifenblasen werden erzeugt, indem man einen Ring in eine Seifenlösung taucht und die nun im Ring befindliche Seifenhaut anbläst. Dabei verformt sich die Seifenhaut zunächst zu einem Schlauch, der sich dann abschnürt und zu einer kugelförmigen Blase wird. Die Kugel ist der geometrische Körper mit der kleinsten Oberfläche. Seifenhäute bilden immer Minimalflächen (SCHÖN, 1999, S. 249). Dieses Phänomen wird sogar in der Architektur ausgenutzt: Z. B. wurde das Dach des Münchener Olympiastadions mit Hilfe von Seifenlösung modelliert, um die minimalen Flächen in dem gewölbten Dach zu ermitteln (GERNDT, 2001, S. 39).

Seifenblasen schillern in allen Farben, dabei ist die Seifenlösung selbst farblos. Die Farbe entsteht erst, wenn die Seifenhaut eine sehr geringe Dicke erreicht hat und so das Licht an den Grenzflächen zwischen Luft und Seifenhaut reflektiert wird. Ein Teil des Lichtes wird bereits beim Auftreffen auf die Seifenhaut reflektiert, ein anderer Teil durchdringt die Seifenhaut und wird gebrochen und an der folgenden Grenzfläche reflektiert (JANZEN, 1999, S. 26). Dieses Licht kann sich nun überlagern und auslösen (Interferenz) und so verschiedene Farbeindrücke erzeugen. Jeder Farbeindruck entspricht einer bestimmten Schichtdicke: Beispielsweise entsteht bei einer Schichtdicke der Seifenhaut von 259 nm ein grüner Farbeindruck (JANZEN, 1999, S. 29). Das Schillern von Seifenblasen, also die Farbveränderungen, sind auf die Veränderungen der Schichtdicke der Seifenblase zurückzuführen. Durch Luftbewegungen oder durch die Fließbewegung des Wassers innerhalb der Seifenhaut aufgrund der Schwerkraft verändert sich die Schichtdicke ständig (JANZEN, 1999, S. 28; ISENBERG, 1992), unterschiedliche Farbeindrücke sind die Folge.

Bei einer Seifenblase auf einem Gefäß kann man nach einiger Zeit einen Bereich am oberen Ende der Seifenblase erkennen der so dunkel ist, dass der Eindruck entsteht, die Seifenblase hat oben ein Loch bekommen. Dieser Eindruck entsteht, wenn die Seifenhaut so dünn geworden ist, dass sie kein Licht mehr reflektiert und quasi unsichtbar wird (SCHÖN, 1999, S. 252).

¹ Seifen sind die Natrium- oder Kaliumsalze von Fettsäuren. Aus Seifen lassen sich aber nur schwer Seifenblasen herstellen. Wir verwenden heute zur Herstellung von Seifenblasen verschiedene Tenside. Da die Namen Seifenblase, Seifenlösung und Seifenhaut aber etabliert sind, werden diese Namen auch in diesem Artikel verwendet, wenngleich Seifenblasen – wie sie in diesem Beitrag gemeint sind – keine Seife enthalten.

3 Die Unterrichtseinheit

Ziel der Unterrichtsreihe ist die Förderung von Kompetenzen im Bereich naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Für Schülerinnen und Schüler der Grundschule oder der Orientierungsstufe ist das Experimentieren *die* naturwissenschaftliche Arbeitsweise. Obgleich Forschungsarbeiten über das Wissenschaftsverständnis und die naturwissenschaftliche Kompetenzentwicklung bei Kindern der vierten Jahrgangsstufe zeigen, dass junge Kinder sehr wohl in der Lage sind, naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen zu entwickeln (Beobachten, Fragen stellen, Vermutungen äußern, Experimente planen etc.) und die Logik des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses zu verstehen (SODIAN, JONEN, THOERMER & KIRCHER, 2006), bereitet doch gerade das Experimentieren wegen seiner komplexen Anforderung Kindern dieser Altersgruppe auch Schwierigkeiten (HAMANN, PHAN & BAYRHUBER, 2007). Aus diesem Grund ist der Fokus im gesamten Modul auf das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten gerichtet.

Durch den Unterricht in Klasse 5 und 6, die in Berlin zur Grundschule gehören, musste bei Planung des Moduls besonderes Augenmerk auf die zum Teil schlecht für den naturwissenschaftlichen Unterricht ausgestatteten Grundschulen gelegt werden.

3.1 Seifenblasen selbst gemacht

Seifenblasenlösung zu kaufen, ist mit relativ hohen Kosten verbunden. Deshalb haben wir das Herstellen von Seifenblasenlösung an den Anfang der Reihe gestellt, um das Produkt, das im weiteren Verlauf in großen Mengen benötigt wird, auf kostengünstigem Wege herzustellen. Gleichzeitig eignet sich diese Notwendigkeit als Einstieg in das Thema Seifenblasen besonders gut, um das systematische Experimentieren einzuführen oder zu üben und um dabei besonders den Aspekt der Variablenkontrolle zu thematisieren.

Ausgehend von Einträgen im Internetforum »Chefkoch.de« (Abb. 1) kann folgende Fragestellung abgeleitet werden: Welche Mischung eignet sich am besten, um gute Seifenblasen herzustellen?

Die Forumsbeiträge bieten bereits Vorschläge für durchzuführende Experimente. Neben dem Mischen von Leitungswasser und Spülmittel (Antwort Gypsy) enthält die Antwort von Leona in weites Spektrum an Möglichkeiten. In diesem Beispiel sind vier Zutaten nötig, wobei die Zutat Spülmittel durch Waschmittel, Kernseife oder andere Reiniger ersetzt werden kann und so die Möglichkeit, verschiedene Versuchsansätze auszuprobieren und zu vergleichen, eröffnet wird (Abb. 2). Zuvor ist mit den Schüler(inne)n zu klären, was eine »gute« Seifenblase kennzeichnet. Als Kriterien zur Bewertung der Rezepte können die Größe der Seifenblasen und ihre Haltbarkeit festgelegt werden.

Im ersten Schritt wurden diverse Spülmittel mit Wasser gemischt (Antwort Gypsy) und aus den Lösungen Seifenblasen hergestellt. Dabei erwies sich das Spülmittel Fairy Ultra als am besten geeignet, d. h. sowohl die Größe als auch die Stabilität der Seifenblasen waren am besten im Vergleich zu den anderen Produkten. Dieses Spülmittel wurde dann für die weiteren Versuche (Abb. 2), die gemeinsam mit den Kindern (ausgehend von Antwort Leona), geplant werden können, verwendet. Abbildung 2 bietet

<http://www.chefkoch.de/forum/2,22,153746/Rezept-fuer-Seifenblasen-meine-Tochter-jammer-schon.html>
(letzter Zugriff 4.11.2013; 10:55)

25.5.2005; 17:05

»Hallo ihr lieben

Meine Tochter liebt Seifenblasen. Erst gestern hab ich für ihre Freundin und sie 2 Flaschen gekauft, und die kosten sage und schreibe 2 Euro. Das ist doch echt teuer für Seifenwasser, oder?! Deswegen dachte ich, vielleicht kann man Seifenblasen ja auch selber machen. Ich wusste nicht genau in welches Forum ich posten soll, und weil ich ganz dringend ein rezept brau[ch]e, da meine Kleine schon jammert, dachte ichich versuchs einfach mal hier. Also vielleicht hat ja von euch jemand gerade ein Rezept zur HAnd. Wär euch echt dankbar für eure Hilfe

Liebe Grüße
*Anna«

»Hallo Anna,
bei uns gab es früher immer einfach Leitungswasser mit Spülmittel. Geht das heute nicht mehr?

Gruß Gypsy«

»Seifenblasen-Rezept

Du brauchst: 1 Schneebesen, 1 Schüssel, 1 Teelöffel, 1 Tasse, destilliertes Wasser, Glycerin, Spülmittel, Puderzucker. Jedes Reinigungsmittel ist anders. Probiere auch einmal Waschmittel, Kernseife, Autoschampoo oder Universalreiniger aus. Verrühre 2 Teelöffel Puderzucker und 4 Teelöffel Spülmittel in einer Schüssel, bis alle Klümpchen verschwunden sind. Schütte eine große Tasse destilliertes Wasser dazu und mische die Zutaten. Rühre 1 Teelöffel Glycerin in die Flüssigkeit ein. Glycerin macht Seifenblasen haltbarer. Tauche den Seifenblasenring in die Lauge ein. Lasse ihn kurz abtropfen und puste hindurch. Benutze die Seifenblasenlauge nur im Freien. Dank Zebra Kinderseite auf meiner Festplatte wichtiger Bestandteil 😊

LG Leona«


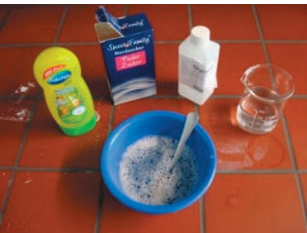


Abb. 1. Einträge im Diskussionsforum »chefkoch.de« zum Thema Seifenblasenrezept

einen Überblick über die verschiedenen Versuchsansätze und die Ergebnisse der »Qualitätsprüfung«.

In unseren Versuchen hat sich Ansatz 1 als am besten geeignet erwiesen. Von dieser Mischung können sehr kostengünstig mehrere Liter Seifenblasenlösung hergestellt werden.

3.2 Fragen rund um das Thema »Seifenblasen«

Der weitere Unterrichtsverlauf ist offen gestaltet und orientiert sich an den Fragen der Schülerinnen und Schüler. Die Kinder sollen ausgehend von ihren eigenen Fragestellungen, die sie zum Thema Seifenblasen haben, Experimente planen und durchführen, um Antworten auf ihre

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>1. Ansatz 2 TL Puderzucker mit 4 TL Fairy Ultra vermischt, 250 ml dest. Wasser, 1 TL Glycerin</p>  | <p>2. Ansatz 2 TL Puderzucker mit 4 TL Bübchen Kindershampoo vermischt, 250 ml dest. Wasser, 1 TL Glycerin</p>  | <p>3. Ansatz 2 TL Puderzucker mit 4 TL Handseife neutral vermischt, 250 ml dest. Wasser, 1 TL Glycerin</p>  | <p>4. Ansatz 2 TL Puderzucker mit 4 TL Kernseife vermischt, 250 ml dest. Wasser, 1 TL Glycerin</p>  |
| <p>Ergebnis: Mischung ergibt große und haltbare Seifenblasen; ähnlich gut wie käufliche Seifenblasenlg.</p> | <p>Ergebnis: Mischung ergibt gute Seifenblasen; jedoch nicht so groß und haltbar wie bei Ansatz 1</p> | <p>Ergebnis: Mischung ergibt gute Seifenblasen; jedoch nicht so groß und haltbar wie bei Ansatz 1</p> | <p>Ergebnis: Mischung ergibt keine Seifenblasen</p> |
| <p>Abb. 2. Übersicht über verschiedene Versuchsansätze zur Bearbeitung der Fragestellung: Welche Mischung eignet sich am besten, um gute Seifenblasen herzustellen?</p> | | | |

Fragen zu finden. Unterstützend können die Kinder das Arbeitsblatt 1 erhalten. Dies strukturiert das Vorgehen und erleichtert den Lehrer(inne)n auch bei arbeitsteiliger Arbeit den Überblick zu behalten.

Um möglichst von authentischen Schülerfragen bei der Entwicklung des Moduls ausgehen zu können, wurden Schüler/-innen der 5. Jahrgangsstufe befragt, was sie gern über Seifenblasen erfahren würden. Die Antworten wurden dokumentiert und dienen im Arbeitskreis als Grundlage für die Auswahl und die Formulierung von Fragestellungen und die Planung von Experimenten (Tab. 1).

Aus den vielfältigen Antworten und Anregungen durch die Kinder haben die Lehrer/-innen im Arbeitskreis weitere Fragen ergänzt. Für eine Vielzahl von Fragen wurden Versuchsvorschriften entwickelt, die den Kindern in Form von Hilfen angeboten werden können, falls es ihnen nicht gelingen sollte, Versuche selbst zu planen.

3.3 Aufbau von Seifenblasen

Zum Abschluss des Moduls kann mit den Schülerinnen und Schülern der Aufbau der Seifenhaut im Modell erarbeitet werden (vgl. Arbeitsblatt 2). Voraussetzung ist, dass die Kinder bereits über ein einfaches Teilchenkonzept vom Aufbau der Materie verfügen. Zu dieser Erarbeitung haben wir einen Ausschnitt einer Seifenhaut in vereinfachter Teilchenmodellardarstellung gewählt (Abb. 4 und 5). Die Schülerinnen und Schüler können die Abbildung beschreiben, ohne zunächst Fachbegriffe verwenden zu müssen. Eine Lerngruppe beschrieb die Abbildung unter Nutzung der Analogien »Lolli und Bonbons«: Die Bonbons sind die grauen Kreise, die außen jeweils von Lollis umgeben sind, wobei die Stiele immer von den Bonbons weg zeigen. Nach dem Lesen des Textes werden nun die Fachbegriffe zugeordnet und die Abbildung kann erneut beschrieben werden.

| Fragestellungen zum Thema Seifenblasen | Experimentiervorschläge, erarbeitet von ProNawi |
|--|--|
| Kann man mit »unserer« Seifenblasenlösung Riesenseifenblasen herstellen? | Ein langer Wollfaden wird zum Quadrat mit einer Kantenlänge von ca. 30 cm geknüpft und in die Seifenlösung, die sich in einer großen Schale befindetet, getaucht (SCHEUER 2006). Zwei Personen heben den Wollfaden aus der Lösung, spannen den Faden und führen das Quadrat vorsichtig durch die Luft. Beobachtung: Große Blasen entstehen (Abb. 3). |
| Kann man eckige Seifenblasen erzeugen? | Statt den üblich Ringen zum Erzeugen von Seifenblasen werden aus Pfeifenreinigern andere geometrische Formen gebildet und zum Seifenblasenmachen verwendet (GERNDT 2001). Beobachtung: Alle Blasen sind kugelförmig. |
| Kann man Seifenblasen anzünden? | 1) Eine Seifenblase wird mit einem brennenden Streichholz berührt. Beobachtung: Sie platzt, aber brennt nicht. 2) Seifenblasenlösung wird mit Spiritus im Verhältnis 1:1 gemischt. Beobachtung: Mit dieser Mischung können keine Seifenblasen erzeugt werden. 3) Das Verhältnis von Seifenlösung und Spiritus wird verändert. Beobachtung: Bei einem Verhältnis von Seifenlösung und Spiritus von 3:1 können Blasen erzeugt werden, aber sie sind recht instabil und brennen nicht. |
| Kann man Seifenblasen einfärben? | Die Seifenblasenlösung wird mit roter Lebensmittelfarbe gemischt. Beobachtung: Blasen erscheinen im Vergleich zu ungefärbten vor hellem Hintergrund etwas rot und schillern bunt. Zerplatzen die gefärbten Blasen auf einem weißen Papier, so hinterlassen sie einen roten Fleck. |
| Kann man Seifenblasen einfrieren? | Ein Filmdöschen oder ein kleines Glas wird in ein großes Schraubglas gestellt, eine Seifenblase auf die Öffnung des Döschens gesetzt und das Glas zugeschraubt. Beobachtung: Nach 10 min war die Blase gefroren. Sie sieht aus wie schrumpelige Folie. Der Versuch klappt nicht immer, deshalb ist es empfehlenswert gleich mehrere Blasen parallel zu gefrieren! |
| Fliegen Seifenblasen, wenn man sie mit warmer Luft füllt? | Seifenblasen werden nicht durch Pusten sondern mit kalter und heißer Luft aus dem Föhn erzeugt. Beobachtung: Kalte Einstellung: Blasen fliegen im Fönluftstrom nach vorn, sinken dann. Warme Einstellung: Blasen fliegen geradeaus, sinken langsamer. |
| Werfen Seifenblasen Schatten? | In einem dunklen Raum werden Seifenblasen über ein weißes Blatt auf einem Tisch gepustet. Von oben wird eine Blase mit einer Taschenlampe bestrahlt. Beobachtung: Eine deutliche Schattenbildung (innen hell, außen dunkler Ring) ist erkennbar. |
| Verändert sich das Schillern einer Seifenblase mit der Zeit? | Ein Filmdöschen oder ein kleines Glas wird in ein großes Schraubglas gestellt, eine Seifenblase auf die Öffnung des Döschens gesetzt und das Glas zugeschraubt. Die Blase wird genau beobachtet oder gefilmt. Beobachtung: Ein Farbverlauf ist erkennbar. Nach unten eher grün, oben eher gelb. |

Tab. 1. Fragen von Kindern rund um Seifenblasen und mögliche Experimente zur Überprüfung der Fragestellungen



Abb. 3. Lehrerinnen erzeugen Riesenseifenblasen aus selbst hergestellter Seifenlösung

geschlossen werden kann, warum wir aus reinem Wasser keine Blasen herstellen können.

Danksagung: Der Dank gilt allen Mitgliedern der Projektgruppe Naturwissenschaften 2012/13 (H. DROST, C. FLOR, M. GLOCKE, C. HAMMER, C. HARTWIG, S. HUSCHEK, G. KÖPPEN, D. KRUSCHKA, N. MAYER, M. MITTMANN) für die stete Diskussionsbereitschaft, die anregenden Ideen und konstruktive Mitgestaltung dieses Unterrichtsvorschlages sowie das Erproben unserer Ideen und Vorschläge in ihrem Unterricht. Die Projektgruppe Naturwissenschaften ist Teil des Projektes PROFILES, gefördert im 7. Rahmenprogramm der EU (Grant Agreement Number 266589).

Materialien zu diesem Artikel

Die Arbeitsblätter liegen zum Download auf dem MNU-Server (www.mnu.de/zeitschrift/2014-06)

Literatur

BAUM, M. & SCHWARZER, S. (2013). Wie dünn ist eine Seifenblase? Ein experimenteller Zugang zu Mikro- und Nanoschichten. *CHEMKON*, 20(1), 25–28.

GERNDT, C. (2001). *Wunderwelt der Seifenblasen*. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.

HAMANN, M. PHAN, T. & BAYRHUBER, H. (2007). Experimentieren als Problemlösen. Lässt sich das SDDS-Modell nutzen, um unterschiedliche Kompetenzen bei Experimentieren zu messen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 8*, 33–49.

ISENBERG, C. (1992). *The science of soap films and soap bubbles*. New York: Dover Publications, Inc.

JANZEN, M. (1999). Die Farbigekeit von Seifenblasen. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie*, 48(2), 25–30.

SCHUEER, R. (2006). Wer schafft die größte Seifenblase? *Weltwissen Sachunterricht*, 1(1), 42–43.

SCHÖN, L. (1999). Die schillernde Physik der Seifenblasen. *Physik in der Schule*, 37(4), 249–252.

SODIAN, B., JONEN, A., THOERMER, C. & KIRCHER, E. (2006). Die Natur der Naturwissenschaften verstehen. Implementierung naturwissenschaftstheoretischen Unterrichts in der Grundschule. In: M. PRENZEL & L. ALLOLIO-NÄCKE (Hg.): *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule*, Münster: Waxmann, 147–160.

STRELLER, S., ERB, M. & BOLTE, C. (2012). Das Berliner ProNawi-Projekt. Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen durch die Projektgruppe Naturwissenschaften. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 23(130/131), 76–79.

Dr. SABINE STRELLER, Freie Universität Berlin, Takustr. 3, 14195 Berlin, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Lehr- und Forschungsbereich Didaktik der Chemie streller@fu-berlin.de ■

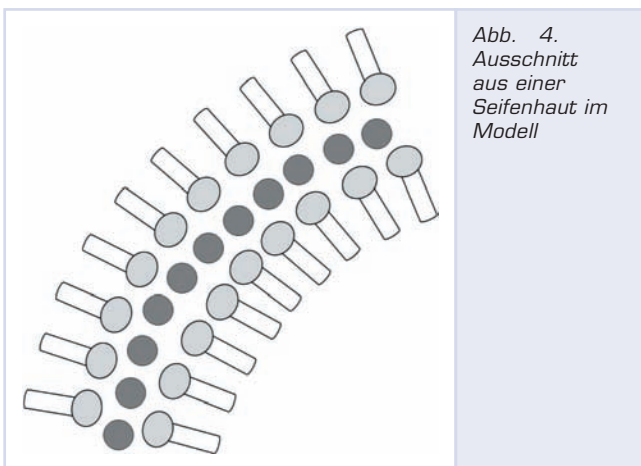


Abb. 4. Ausschnitt aus einer Seifenhaut im Modell



Abb. 5. Kinder bei der Nutzung eines einfachen Teilchenmodells zu Erklärung des Aufbaus einer Seifenblasenhaut (vgl. auch Arbeitsblatt 2)

Weiterführende Stunden mit Untersuchungen zur Oberflächenspannung des Wassers bieten sich an, da aus dem Vergleich der Wasseroberfläche und der Seifenhaut ge-

IMPRESSUM

MNU Landesverband Berlin/Brandenburg
PETRA FRÖHLICH
Gustav-Müller-Platz 2
10829 Berlin
Telefon +493084412501
froehlich@mnu-bb.de
www.mnu-bb.de



FW
SECH

UCH