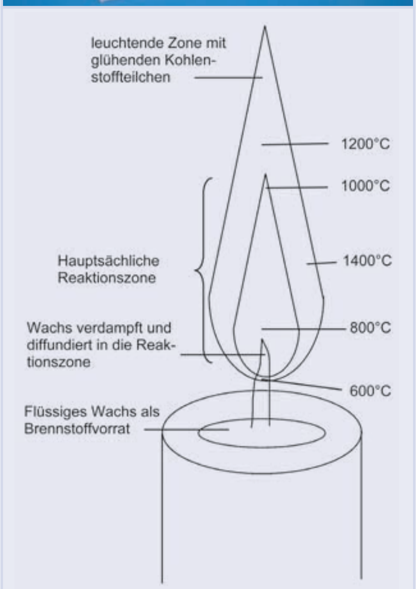
Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht

Organ des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e. V.
Jahrgang 1, 4/2009, 15. Oktober 2009, ISSN 1867-9439



Förderverein MNU

Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e. V.

http://www.mnu.de

Verlag Klaus Seeberger

Vossenacker Straße 9, 41464 Neuss

Telefon 02131 1248864
Telefax 02131 1248862
Seeberger@mnu.de + info@seeberger-verlag.de

Der Verein ist durch Verfügung des Finanzamtes für Körperschaften in Hamburg als gemeinnützig anerkannt. Die Beiträge werden nur für satzungsgemäße Zwecke verwendet.

Kontoverbindung: Förderverein MNU, Hamburger Sparkasse, BLZ 200 505 50, Konto-Nr. 1090 213 404

Vorstand

1. Vorsitzender:	A. A CAMPO, Hagen, *acampo@mnu.de*
2. Vorsitzende:	SABINE THOMAS, Mettmann, *sabine.thomas@mnu.de*
Geschäftsführer:	KARSTEN RECKLEBEN, Hamburg, *karsten.reckleben@mnu.de*
Mathematik:	HANS-JÜRGEN ELSCHENBROICH, Korschenbroich, *hans-juergen.elschenbroich@mnu.de*
Physik:	GERWALD HECKMANN, München, *gerwald.heckmann@mnu.de*
Chemie:	ROBERT STEPHANI, Kaiserslautern, *robert.stephani@mnu.de*
Biologie:	JÜRGEN LANGLET, Wendisch, *juergen.langlet@mnu.de*
Informatik:	Prof. Dr. ECKART MODROW, Scheden, *eckart.modrow@mnu.de*
Öffentlichkeitsarbeit:	GABY HEINTZ, Jüchen, *gaby.heintz@mnu.de*
MNU-Haupt-Schriftleiter:	Prof. Dr. BERND RALLE, Dortmund, *bernd.ralle@mnu.de*

Die Mitgliedschaft im Förderverein MNU

Über den Förderverein MNU informieren wir Sie gerne. Bitte Info-Blatt beim MNU-Geschäftsführer anfordern. Nähere Informationen finden Sie auch im Internet: *www.mnu.de*

Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr. Der Eintritt von natürlichen Personen kann jederzeit erfolgen. Der Beginn der Mitgliedschaft rechnet je nach Wunsch des Eintretenden vom 1. Januar oder 1. Juli an. Der Austritt ist nur zum 31. Dezember möglich und muss bis 1. Oktober dem Geschäftsführer gemeldet werden. Schulen, Institutionen aller Art, Wirtschaftsunternehmen und Verbände können nicht Mitglied werden. Ihnen steht das Abonnement der Zeitschrift über den Verlag offen.

Die Mitgliedschaft MNU PRIMAR kostet ab dem 1.1.2009 EUR 30,00 pro Jahr.

Für diese Mitglieder des Fördervereins ist der Bezugspreis der Zeitschrift MNU PRIMAR im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Der Jahresbeitrag ist bis zum 1. Juni im Ganzen zu zahlen – Kto. 10 90 213 404 (BLZ 200 505 50) Hamburger Sparkasse. Später noch ausstehende Beiträge werden zuzüglich der Kosten der Einziehung durch Postnachnahme erhoben.

An- und Abmeldung sind nur an den Geschäftsführer zu richten.

MNU PRIMAR-Erscheinungsweise: viermal jährlich (alle zwölf Wochen), je 40 Seiten Umfang

Heft-Nr.	Erscheinungstermin	Anzeigenschluss
1	15. Januar	15. Dezember
2	15. April	15. März
3	15. Juli	15. Juni
4	15. Oktober	15. September

MNU PRIMAR-Bezugsbedingungen

Pro Jahrgang 4 Hefte = 160 Seiten und Archiv-CD-ROM: 50,00 €, Einzelheft 12,50 €, zuzüglich Versandspesen.

Für Mitglieder des Fördervereins ist der Bezugspreis im Vereinsbeitrag in Höhe von 30,00 € pro Jahr enthalten.

Eine Kündigung des Jahresabonnements kann nur anerkannt werden, wenn die schriftliche Kündigung für das folgende Jahr am 1. Oktober des laufenden Jahres beim Verlag vorliegt.

Anschriftenänderungen

bitte rechtzeitig dem **Verlag (nicht dem Geschäftsführer** des Fördervereins und nicht der Post) mitteilen. Bei Anschriftenänderungen, die nicht mindestens 4 Wochen vor Erscheinen des nächsten Heftes beim Verlag gemeldet sind, kann bei Verlust eines Heftes Ersatz nur gegen Berechnung gestellt werden, da die Post Zeitschriften weder nachsendet noch an den Verlag zurückgibt.

Redaktionelle Zuschriften

bitte an die zuständige MNU PRIMAR Fachschriftleitung senden.

Hinweise für Autoren sind im Heft zu finden, außerdem im Internet unter:
http://www.mnu.de

Verlag, Anzeigen- und Beilagenverwaltung

Verlag Anschrift wie oben. Anzeigen- und Beilagenpreise gemäß Tarif 2009. Anzeigenschluss jeweils vier Wochen vor Erscheinen (s. obige Termine).

Satz, Druck, Bindearbeiten:

Appel & Klinger Druck und Medien GmbH, Kronach
Mittelstraße 9, 96317 Kronach, Tel. 09261 96243-0
www.ak-druck-medien.de; E-Mail: *info@ak-druck-medien.de*

Bildung im Fokus: Grundzüge des Nationalen Bildungspanels

Wie entfalten sich Kompetenzen im Lebenslauf, wie beeinflussen Kompetenzen an den Übergangsstellen im Bildungssystem die Entscheidungsprozesse und welche Bedeutung haben die einmal eingeschlagenen Bildungswege für den weiteren Kompetenzerwerb? Wie und in welchem Umfang werden Kompetenzen von Lerngelegenheiten in der Familie, in der Gleichaltrigengruppe und in den Institutionen Kindergarten, Schule, Hochschule sowie der Berufsausbildung und Weiterbildung beeinflusst? Welche Kompetenzen sind für das Erreichen von Bildungsabschlüssen, welche für lebenslanges Lernen und welche für ein individuell und gesellschaftlich erfolgreiches Leben maßgeblich?

In modernen Wissensgesellschaften ist Bildung die zentrale Voraussetzung sowohl für die demokratische Teilhabe als auch für wirtschaftliches Wachstum und Wohlstand. Eine sich zunehmend rascher wandelnde, globalisierte Welt erfordert die Bewältigung neuer Anforderungen im privaten Leben und in der Berufs- und Arbeitswelt. Um mehr über den Bildungserwerb und seine Folgen für individuelle Lebensverläufe zu erfahren, um zentrale Bildungsprozesse und -verläufe über die gesamte Lebensspanne zu beschreiben und zu analysieren, wird in Deutschland aktuell das Nationale Bildungspanel aufgebaut. Dazu hat sich, initiiert und finanziert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, unter der Leitung von Prof. Dr. HANS-PETER BLOSSFELD von der Otto-Friedrich-Universität Bamberg ein interdisziplinär zusammengesetztes Konsortium gebildet, das eine Längsschnittstudie unter dem Namen »National Educational Panel Study« (NEPS) durchführt. In diesem Konsortium wirken eine Vielzahl namhafter Forschungseinrichtungen und Forscherpersönlichkeiten aus dem gesamten Bundesgebiet mit (vgl. auch *www.bildungspanel.de*).

Die fünf Dimensionen, die die inhaltliche Kongruenz bei allen Erhebungen im Bildungspanel sicherstellen, umfassen: (1) die Entwicklung von Kompetenzen im Lebenslauf, (2) Bildungsprozesse in lebenslaufspezifischen Lernumwelten, (3) soziale Ungleichheit und Bildungsentscheidungen, (4) Bildungsprozesse von Personen mit Migrationshintergrund und (5) Renditen von Bildung.

Das Besondere des Nationalen Bildungspanels ist die Dokumentation und theoriegeleitete Untersuchung von Bildungsverläufen – und dies über den gesamten Lebenslauf. Dazu werden Bildungsverläufe in acht Bildungsetappen unterteilt: (1) Neugeborene und Eintritt in frühkindliche Betreuungseinrichtungen, (2) Kindergarten und Einschulung, (3) Grundschule und Übertritt in eine Schulart der Sekundarstufe I, (4) Wege durch die Sekundarstufe I und Übergänge in die Sekundarstufe II, (5) gymnasiale Oberstufe und Übergänge in (Fach-)Hochschule, in die Ausbildung oder in den Arbeitsmarkt, (6) Aufnahme einer beruflichen Ausbildung und der spätere Arbeitsmarkteintritt, (7) (Fach-)Hochschulstudium und Übergänge in den Arbeitsmarkt und (8) allgemeine und berufliche Weiterbildung.

Die methodische Anlage des Nationalen Bildungspanels lässt sich als Multi-Kohorten-Sequenz-Design beschreiben. In den Jahren 2009 bis 2012 werden sechs Startkohorten mit insgesamt mehr als 60.000 Personen gezogen. Die Panelteilnehmer/-innen werden über einen längeren Zeitraum regelmäßig befragt; ebenso finden in festgelegten Abständen Kompetenzerhebungen statt. Um historische Veränderungen bei der Absolvierung der verschiedenen bildungsrelevanten Übergänge dokumentieren und analysieren zu können, werden in späteren Jahren neue Startstichproben gezogen (Kohortensukzession) und in die Studie aufgenommen.
Die Daten des Nationalen Bildungspanels werden der Wissenschaft breit zugänglich gemacht. Damit wird verschiedenen, an Bildungsprozessen interessierten Disziplinen umfangreiches Material für die Bearbeitung wichtiger Fragestellungen zur Verfügung stehen und die Datenlage für Bildungsberichterstattung und Politikberatung in Deutschland ausgebaut. Das Nationale Bildungspanel wird erheblich zur strukturellen Weiterentwicklung der empirischen Bildungsforschung in Deutschland sowie zu deren internationalen Vernetzung und Nachwuchsförderung beitragen.

HANS-PETER BLOSSFELD

JUTTA VON MAURICE

THORSTEN SCHNEIDER

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

MNU PRIMAR 1/4 (15.10.2009) Seiten 124–128, ISSN 1867-9439, © Verlag Klaus Seeberger, Neuss

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 (MOSER 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.

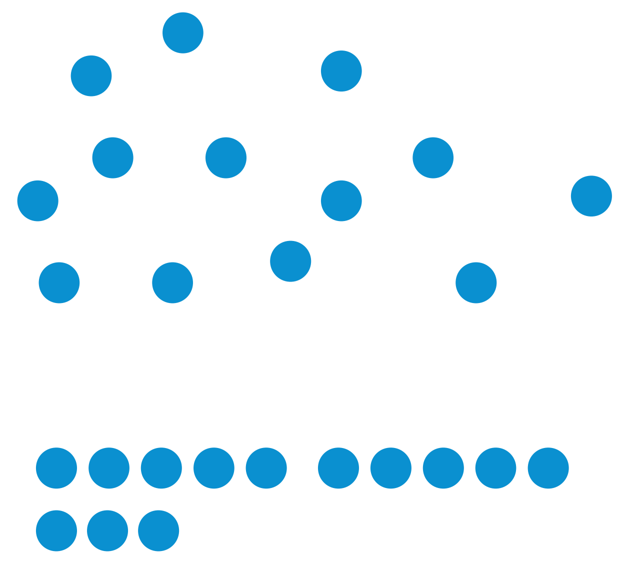


Abb. 1

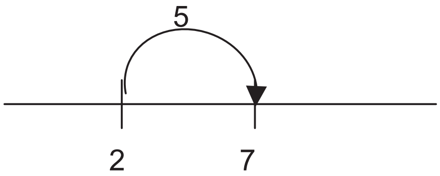
3 Kardinale Vorstellungen – Zahlen und Strukturen

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:

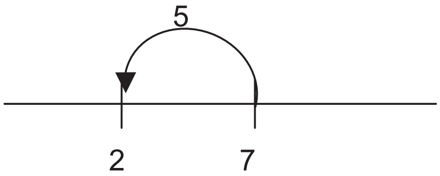
Addition als Schritt nach rechts

2 + 5 = 7



Subtraktion als Schritt nach links

7 – 5 = 2

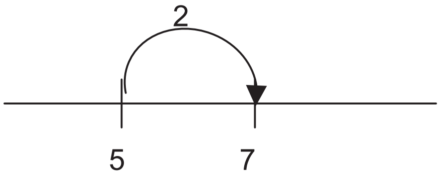


Subtraktion als Ergänzung

7 – 5 = 2

gelesen als

5 + ___ = 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 Anzahlerfassung von Punktmustern, Knöpfen, Löffeln etc.
Maßgeblich für die Nutzung von Kardinalzahlen als Rechenzahlen ist eine strukturierte Zahlerfassung. Eine ungeordnete 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 Möglichkeiten 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 Fingerbilder geometrisch denken lassen (Abb. 2).
Eine geeignete Struktur ermöglicht es nun, den Zählprozess 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 vergewissern, dass die Hand fünf Finger hat (Abb. 3). Danach können 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 Fingerrechnen 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 Darstellung zu achten, die ihnen das Erfassen der Mengengröße tatsächlich erleichtern würde. Dies kann als wesentlicher Hinweis dahingehend gedeutet werden, bei diesen Kindern die mathematisch hilfreichen Strukturen noch gezielter anzusprechen.

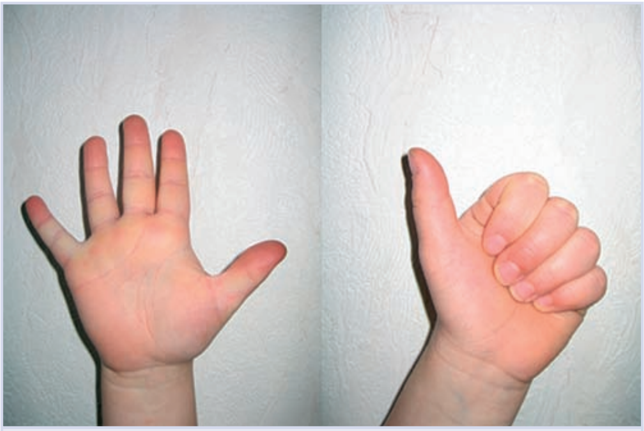


Abb. 3

Strukturierte Zahlerfassung ist von maßgeblichem Vorteil für ein sinnvolles Rechnen, da die Kompetenzen vom Zählprozess weg zu den innermathematischen Beziehungen der Mengen in dieser Vorstellungswelt hingeführt werden (Kasten II). Die Fünferstruktur, die auch als Kraft der 5 in der Mathematikdidaktik bekannt geworden ist (z. B. KRAUTHAUSEN 1995), ist dabei von besonderer Bedeutung. Sie sollte 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 ideale Begleiter, um das Rechnen im Zehnersystem mit Verständnis für die innermathematische Struktur grundzulegen. 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 Zahlen mit Fingern grundsätzlich erlaubt, die somit helfen, alle Möglichkeiten der Zerlegung einer Zahl in zwei Summanden zu suchen. Dies ist eine lohnenswerte Aufgabe, da die Teil-Ganzes-Beziehungen von Zahlen offensichtlich werden können (vgl. auch »Plättchen werfen« in WITTMANN & MÜLLER 2006).
Für die simultane oder quasi-simultane Erfassung von Anzahlen sind jedoch »fixe« Bilder, an denen die 5er-Struktur und die 10er-Struktur des Dezimalsystems immer deutlich werden kann, besser geeignet.

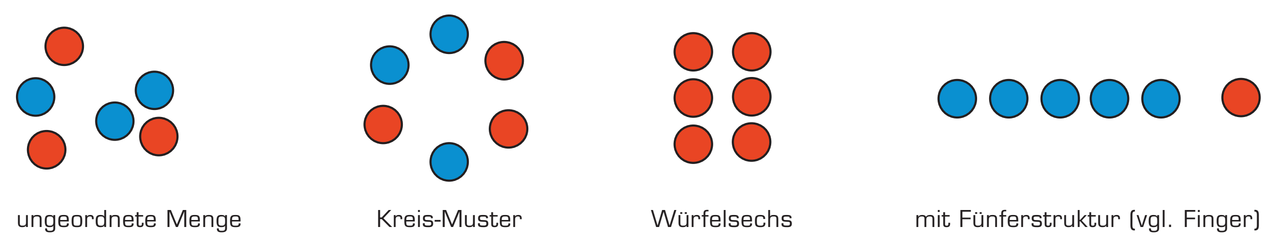


Abb. 2

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.

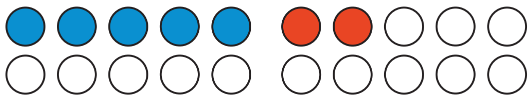
Verwandte Fingerbilder
Die Kinder überlegen sich Fingerbilder, die zueinander verwandt sind. So ist die 8 mit der 3 verwandt, weil die 8 mit einer vollen Hand (5) und dem Dreierbild gestaltet werden kann. Eine zweite Verwandtschaft haben die Zahlen als Fingerbilder aber auch mit den gekrümmten Fingern. 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

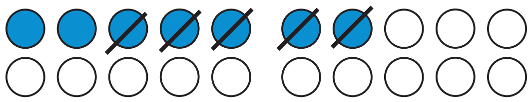
2 + 5 = 7



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

Subtraktion als Wegnehmen von Objekten

7 – 5 = 2

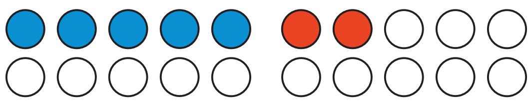


Subtraktion als Ergänzen von Objekten

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 eingeprägten 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 Füße 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: Mildenberger, 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 Übergangsphasen (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

Sprachliches und fachliches Lernen im Mathematikunterricht

Zweisprachige Förderung von Kindern mit türkischem Migrationshintergrund

FRANZISKA RUDOLPH-ALBERT – DENIZ KARACA – STEFAN UFER – AISO HEINZE

Kompetenzen in der Unterrichtssprache sind die wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme am Schulunterricht. Empirische Studien zeigen, dass dies nicht nur für das Fach Deutsch gilt. Auch im Mathematikunterricht sind adäquate Sprachkenntnisse notwendig, vor allem um Grundvorstellungen für mathematische Begriffe aufzubauen oder mathematische Hilfsmittel interpretieren zu können. In diesem Beitrag wird ein zweisprachiges Förderprogramm für Kinder mit türkischem Migrationshintergrund vorgestellt, das den Mathematikunterricht punktuell gezielt durch deutsch- und türkischsprachige Materialien und Erklärungen ergänzt.

1 Kinder mit Migrationshintergrund im deutschen Bildungssystem – ein Überblick

Die internationalen Schulleistungsstudien PISA und IGLU (BAUMERT & SCHÜMER 2001; BOS et al. 2003) aber auch regionale Untersuchungen wie KESS oder LAU (LEHMANN & PEEK 1997) weisen darauf hin, dass Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund nicht die gleichen Leistungen erreichen wie ihre Klassenkameraden ohne Migrationshintergrund. So besuchen Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund seltener ein Gymnasium und verlassen doppelt so häufig die Schule ohne einen Schulabschluss wie Jugendliche ohne Migrationshintergrund. Die Unterschiede in den Leistungen von Kindern mit und ohne Migrationshintergrund zeigen sich bereits zu Beginn der Grundschule, setzen sich im Laufe der Primarstufe weiter fort und erschweren somit den Übergang in höherqualifizierende Schulformen der Sekundarstufe (HEINZE et al. 2007; RUDOLPH-ALBERT & HEINZE 2008). IGLU und die Hannoversche Grundschulstudie (TIEDEMANN & BILLMANN-MAHECHA 2004) weisen in aktuellen Untersuchungen auf Leistungsdifferenzen in Mathematik zugunsten von Kindern ohne Migrationshintergrund hin, die sich in der zweiten Hälfte der Grundschulzeit zu einem Leistungsvorsprung von etwa einem Schuljahr summieren. Auch in dem laufenden Forschungsprojekt SOKKE[1], das u. a. die Entwicklung der mathematischen Kompetenz bei knapp 300 Kindern mit und ohne Migrationshintergrund im Verlauf der Grundschule betrachtet, konnten für die Klassenstufen 1–3 signifikante Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne Migrationshintergrund in den Mathematikleistungen nachgewiesen werden (RUDOLPH-ALBERT & HEINZE 2008). Insgesamt lässt sich festhalten, dass Kinder mit Migrationshintergrund in unserem Bildungssystem noch unzureichend gefördert werden. Es sind Maßnahmen notwendig, die auf den spezifischen Bedarf dieser relativ großen Gruppe von Schülerinnen und Schülern eingehen, damit sie die gleichen Chancen auf qualifizierende Bildungsabschlüsse erhalten wie Kinder ohne Migrationshintergrund.

2 Kompetenzen in der Unterrichtssprache als wichtiger Einflussfaktor

Als Erklärung für die Schwierigkeiten der Kinder mit Migrationshintergrund wird neben kulturellen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen vor allem auch die Beherrschung der Unterrichtssprache als Basis für schulische Lernprozesse diskutiert. Dabei können zwei Niveaus von Sprachfähigkeit unterschieden werden (vgl. CUMMINS 1979), nämlich einerseits die kognitiv weniger anspruchsvolle Alltagskommunikation und andererseits die kognitiv anspruchsvolle Sprache der Fachkommunikation. Während sich Kinder mit Migrationshintergrund, deren Familiensprache nicht Deutsch ist, im Alltag oft relativ gut verständigen können, reicht ihr Sprachniveau für Lehr-Lern-Prozesse im Unterricht häufig nicht aus. Die Kompetenzen in der Zweitsprache müssen also nicht nur für die alltägliche Kommunikation, sondern auch auf einem anderen Niveau, auf dessen Grundlage fachbezogene Lernprozesse möglich sind, erlernt werden.

Den Kompetenzen in der Unterrichtssprache kommt auch für das Fach Mathematik eine zentrale Rolle zu (BAUMERT & SCHÜMER 2001; RAMM et al. 2004). Im Mathematikunterricht müssen spezifische Wortbedeutungen erlernt werden, da der gleiche sprachliche Ausdruck im mathematischen Kontext eine andere Bedeutung haben kann als im außermathematischen Kontext. Zudem werden Fachwörter verwendet, die im Alltagssprachgebrauch kaum gebraucht werden, wie z. B. Teiler, Primzahl oder Zahlenstrahl. Für mathematische Lernprozesse reicht ein material- und handlungsorientiertes Vorgehen auf Basis von Bruners Repräsentationsmodi enaktiv, ikonisch und symbolisch nicht aus (BRUNER 1971). Für die Verinnerlichung von Operationen und die Ausbildung von Grundvorstellungen zu Begriffen sind zusätzlich über Sprache vermittelte Erklärungen durch die Lehrkraft notwendig. So lässt sich aus den Ergebnissen des SOKKE-Projektes ableiten, dass Kinder mit und ohne Migrationshintergrund keine Leistungsunterschiede in Mathematik mehr aufweisen, wenn sie die gleiche Kompetenz in der Unterrichtssprache haben. Zudem zeigt sich, dass die Leistungsunterschiede der beiden Gruppen vor allem auf solche Aufgaben zurückzuführen sind, bei denen Grundvorstellungen von Begriffen bzw. Kenntnisse über spezielle Aufgabenformate und Hilfsmittel

1 Sozialisation und Akkulturation in Erfahrungsräumen von Kindern mit Migrationshintergrund – Schule und Familie, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

notwendig sind. Diese werden vor allem über Erklärungen in der Unterrichtssprache vermittelt. Bei einfachen Aufgaben zur Arithmetik, die in symbolischer Form dargestellt werden, gibt es keine relevanten Leistungsdifferenzen.

3 Spezifische Anforderungen beim Lösen von Sachaufgaben

Im Unterschied zu reinen Rechenaufgaben erfordern Sachaufgaben selbst bei einfachen Sachsituationen zunächst eine Mathematisierung des Sachverhalts, also das Erkennen der zugrunde liegenden mathematischen Zusammenhänge (Aufbau eines mathematischen Modells). Um mathematische Konzepte hinter Sachsituationen zu erkennen, müssen die Schülerinnen und Schüler über sogenannte Grundvorstellungen verfügen. Diese ermöglichen die Verbindung einer bestimmten Situationsstruktur mit einem zugehörigen mathematischen Begriff (z. B. das Vereinigen zweier Mengen von Murmeln mit der Addition). Die Übersetzung einer Realsituation in eine mathematische Situation ist ohne derartige Grundvorstellungen nicht möglich.
In der Literatur werden verschiedene Klassifikationsschemata zu Sachsituationen aufgeführt, denen unterschiedliche Grundvorstellungen von Addition und Subtraktion zugrunde liegen. RADATZ et al. (1996) unterscheiden z. B. die Aspekte Verändern, Vereinigen, Ausgleichen, und Vergleichen von Mengen. Untersuchungen zum Verstehen und Lösen von Sachaufgaben im Grundschulbereich zeigen erhebliche Unterschiede in der Schwierigkeit von Sachaufgaben. Diese sind vor allem auf die Komplexität der zu aktivierenden Grundvorstellungen zurückzuführen. So werden Aufgaben, in denen Mengen auszutauschen oder zu kombinieren sind, häufiger richtig gelöst als Aufgaben bei denen Mengen verglichen werden müssen (STERN 1998).
Zusätzlich entstehen Schwierigkeiten beim Lösen von ~~Sach~~aufgaben im Hinblick auf die gesuchten bzw. bekannten Mengen in der Aufgabe. Insbesondere Kinder, denen das Verstehen der Situation aus dem beschreibenden Text heraus schwer fällt, orientieren sich oft an sogenannten »Signalwörtern«. Für sie legt z. B. das Wort »mehr« eine Addition, das Wort »weniger« eine Subtraktion nahe. Dies führt allerdings nicht immer zur korrekten Lösung, z. B. *»Anne hat fünf Murmeln, sie hat drei mehr als Peter. Wie viele Murmeln hat Peter?«*. Es zeigt sich also, dass geringe Unterschiede in der Formulierung große Auswirkungen auf das Anforderungsniveau der Aufgaben haben.
Selbstverständlich beinhaltet die Kompetenz zur Anwendung von Mathematik in alltagsnahen Situationen noch weitere Fähigkeiten, wie beispielsweise das erhaltene Ergebnis auf seine Plausibilität hin zu prüfen. Auch bilden die hier geschilderten kurzen eingekleideten Aufgaben nur einen kleinen Ausschnitt dessen ab was die Schülerinnen und Schüler tatsächlich lernen sollen, nämlich die flexible und reflektierte Anwendung der erlernten Konzepte in ihrem Alltagsleben. Eine Förderung im Unterricht darf sich also sicher nicht auf diesen Bereich beschränken. Dennoch ist anzunehmen, dass anhand dieser einfachen Aufgaben die Basis für notwendige Grundvorstellungen gelegt werden kann.

4 Ein individuelles Förderkonzept zum Sachrechnen

Die zuvor aufgezeigten Probleme von Kindern mit Migrationshintergrund sowie die besonderen Anforderungen im Bereich des Sachrechnens geben Hinweise darauf, warum gerade das Sachrechnen für diese Kinder eine ganz besondere Herausforderung darstellt. Insbesondere der Aufbau des Verständnisses einer textlich beschriebenen Sachsituation ist für diese Kinder schwierig, und die Assoziation von geeigneten mathematischen Begriffen für eine Lösungsidee ist ohne adäquate Grundvorstellungen kaum möglich. Diese Fähigkeiten stellen eine wichtige Basis für schulischen Erfolg, aber – viel zentraler – auch für das Verständnis von Unterrichtsgesprächen im Mathematikunterricht dar. Vor diesem Hintergrund wurde ein Förderansatz für Kinder mit Migrationshintergrund entwickelt.
Zentrale Idee des hier umgesetzten Förderkonzepts ist der Aufbau von Wissen über mathematische Begriffe sowie von Grundvorstellungen zu diesen Begriffen durch eine Anbindung der (deutschsprachigen) Unterrichtserfahrungen an die (vorwiegend muttersprachlich geprägten) Alltagserfahrungen. Ziel ist es also, die mathematischen Inhalte sowie ihre Anbindung an Sachsituationen zwar vorwiegend in deutscher Sprache zu behandeln, jedoch durch die begleitende Vertiefung in der Muttersprache (in unserem Fall Türkisch) eine an beide Sprachkontexte angebundene Begriffsentwicklung anzuregen.
Der Fokus der Arbeit in den acht umgesetzten Förderstunden lag auf der Bearbeitung von Sachaufgaben, wobei die oben erwähnten vier verschiedenen Typen von Textaufgaben berücksichtigt wurden. Hier wurden lebensnahe Kontexte (z. B. Einkaufen, Geburtstag, Zoobesuch) gewählt. Neben der Bearbeitung von Sachaufgaben wurden bekannte Methoden wie das selbständige Formulieren von Sachaufgaben oder Puzzle (Zusammenfügen von Problemsituation, Frage, Rechnung und Antwortsatz) genutzt.
Darüber hinaus sollte begriffliches Wissen zur Größe »Geldwerte«, zum Zahlenraum sowie zum Verdoppeln und Halbieren von Zahlen im Hunderterraum ausgebildet werden. Das Zahlenmaterial beschränkte sich für Additions- und Subtraktionsaufgaben mit Übergang auf den Zahlenraum bis 20, ansonsten auf den Zahlenraum bis 100.
Bei Bedarf wurden die üblichen Hilfen zur Bearbeitung von Sachaufgaben (z. B. FRANKE 2003) herangezogen. Für die innermathematischen Aufgaben konnte auf Arbeitsmittel (Zahlenstrahl, Rechenstrich, strukturiertes und unstrukturiertes Material) zurückgegriffen werden. Die Arbeit wechselte zwischen Einzelarbeit an vorbereiteten Arbeitsblättern, Partnerarbeit und Diskussion im Plenum.
Im Rahmen der Förderung wurden in der Kleingruppe Sachaufgaben, aber auch Aufgaben zum Zahlverständnis (Orientierung im Zahlenraum, Größenvorstellungen) bearbeitet. Dabei erfolgte die Bearbeitung zunächst in deutscher Sprache, als zentrales Element wurden von den Kindern jedoch die Wiederholung der Aufgabenstellungen und weitergehende Erklärungen in türkischer Sprache eingefordert. Insbesondere enthielten die Aufgabenkarten die Aufgabenstellungen auf der Rückseite auch in türkischer Sprache. Diese türkischen Formulierungen wurden jedoch grundsätzlich gemeinsam mit den deutschsprachigen Aufgabenstellungen thematisiert, um eine Verbindung des individuellen mathematischen Wissens mit den beiden Sprachkontexten zu schaffen.

5 Eine erste Erprobung

Das Ziel der dargestellten Erprobung bestand darin, den dargestellten zweisprachigen Förderansatz für leistungsschwache Kinder mit Migrationshintergrund im Fach Mathematik auszuarbeiten sowie auf seine prinzipielle Umsetzbarkeit hin zu evaluieren. In drei Klassen der zweiten Jahrgangsstufe einer Münchner Grundschule wurde ein Einstufungstest durchgeführt (37 Kinder ohne und 15 Kinder mit Migrationshintergrund). Die untersuchte Grundschule wurde aufgrund des erhöhten Migrantenanteils gewählt. Auf der Basis des Tests wurden sechs Kinder mit türkischem Migrationshintergrund für die Förderung ausgewählt, die besonders schwache Leistungen im Sachrechnen aufwiesen und in deren Familien türkisch gesprochen wird. Die Kinder wurden in einem auf vier Wochen angelegten zweisprachigen Programm jeweils zweimal pro Woche à 45 Minuten parallel zum regulären Mathematikunterricht im Bereich Sachrechnen gefördert. Die acht Förderstunden wurden von einer Studentin des Lehramts an Grundschulen mit türkischer Muttersprache durchgeführt. Im Anschluss an die Maßnahme fand für alle Kinder der drei Klassen ein Nachtest statt.

6 Ergebnisse

In Bezug auf Arithmetikaufgaben in symbolischer Darstellung gab es sowohl zu Beginn als auch am Ende der Untersuchung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kindern mit und ohne Migrationshintergrund. Dieses Ergebnis ist aus der aktuellen Forschung bekannt. Tendenziell lösten die Kinder mit Migrationshintergrund sogar mehr Aufgaben korrekt als die Kinder ohne Migrationshintergrund. Ein anderes Bild ergibt sich für die Sachaufgaben. Hier zeigten die Kinder mit Migrationshintergrund vor Beginn der Förderung signifikant schlechtere Leistungen, was vornehmlich auf deren Probleme beim Situationsverständnis und bei der Identifikation des korrekten mathematischen Modells (Rechenoperation) zurückzuführen war. Nach Abschluss der Förderung waren diese Unterschiede nicht mehr zu beobachten. Es zeigt sich also, dass eine Förderung der leistungsschwächsten Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund ausreichend war, um die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen auszugleichen. Ob dieser Effekt allerdings auch langfristig tragfähig ist, kann im Rahmen dieser ersten Erprobung nicht festgestellt werden (detaillierte Ergebnisse siehe Abb. 1).
Über den Leistungszuwachs hinaus war zu beobachten, dass es die geförderten Kinder als sehr hilfreich empfanden, die Problemsituationen auf Türkisch erörtern zu können. Dies ermöglichte ihnen, die Beziehungen zwischen den gegebenen Informationen besser nachzuvollziehen und somit den richtigen Rechenansatz zu finden. Hierbei war es sehr wichtig, dass die Kinder die Problemsituation

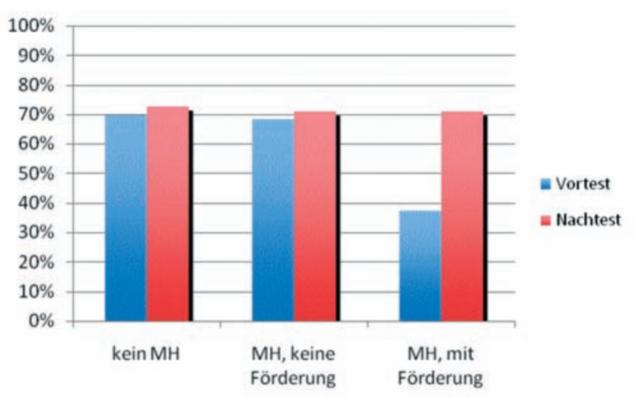


Abb. 1 Ergebnisse der Vor- und Nachtests – Lösungsrate bei Sachaufgaben (MH: Migrationshintergrund)

noch einmal mit eigenen Worten auf Deutsch und auf Türkisch wiedergaben, um einen inhaltlichen Bezug zwischen den deutschen und den türkischen Begriffen herstellen zu können. Besonders notwendig war diese Arbeitsmethode beim Aufgabentyp »Vergleichen« um zu verdeutlichen, dass die Begriffe »mehr« und »weniger« nicht automatisch mit den Rechenoperationen »plus« und »minus« verknüpft sind. So war es für die Kinder zunächst nicht verständlich, warum bei der Aufgabe »Lisa hat 16 Steine. Das sind 8 Steine mehr als Ali hat. Wie viele Steine hat Ali?« subtrahiert und nicht addiert werden muss.

7 Diskussion

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich eine Förderung von Kindern mit Migrationshintergrund, die punktuell die Muttersprache der Kinder einbezieht, gewinnbringend auswirkt. Die Resultate der Untersuchung, aber auch die Erfahrungen bei der Durchführung des Förderprogramms, zeigen noch einmal deutlich die Bedeutung der Sprache, auch für den Aufbau mathematischer Kompetenz. So zeigte sich das jeweilige Übersetzen in die Muttersprache der Kinder – wenn die deutschen Sprachkenntnisse nicht ausreichten – vor allem für den Aufbau eines Situationsverständnisses sowie für den Aufbau von Grundvorstellungen als besonders hilfreich. Es ist zu betonen, dass es dabei nicht um einen muttersprachlichen Mathematikunterricht geht, sondern »nur« um eine muttersprachliche Hilfestellung, um den Aufbau von Wissenslücken auszugleichen bzw. diesem vorzubeugen.

Literatur

BAUMERT, J. & SCHÜMER, G. (2001). Familiäre Lebensverhältnisse, Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb. In BAUMERT, J., KLIEME, E., NEUBRAND, M., PRENZEL, M., SCHIFFELE, U., SCHNEIDER, W., STANAT, P., TILLMANN, K.-J. & WEISS, M. (Hrsg.): *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich.* Opladen: Leske + Budrich, 323–407.

BOS, W., LANKES, E.-M., PRENZEL, M., SCHWIPPERT, K., WALTHER, G. & VALTIN, R. (Hrsg.) (2003). *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich.* Münster: Waxmann.

BRUNER, J. (1971). *Studien zur kognitiven Entwicklung.* Stuttgart: Klett.

CUMMINS, J. (1979). Linguistic interdependence and the educational development of bilingual children. *Review of Educational Research* **49** (2), 222–251.

FRANKE, M. (2003). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule.* Heidelberg, Berlin: Spektrum.

HEINZE, A., HERWARTZ-EMDEN, L. & REISS, K. (2007). Mathematikkenntnisse und sprachliche Kompetenz bei Kindern mit Migrationshintergrund zu Beginn der Grundschulzeit. *Zeitschrift für Pädagogik* **53**, 562–581.

LEHMANN, R. H. & PEEK, R. (1997). Aspekte der Lernausgangslage von Schülerinnen und Schülern der fünften Klassen an Hamburger Schulen: Ergebnisse der Erhebung. *Hamburg macht Schule* **97** (5), 28–30.

Radatz, H., Schipper, W., Dröge, R. & Ebeling, A. (1996). *Handbuch für den Mathematikunterricht. 1. Schuljahr.* Hannover: Schroedel.

Ramm, G., Prenzel, M., Heifemeier, H. & Walter, O. (2004). Soziokulturelle Herkunft: Migration. In Pisa-Konsortium Deutschland (Hrsg.): *PISA 2003 – Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs.* Waxmann: Münster, 254–272.

Rudolph-Albert, F. & Heinze, A. (2008). Mathematische Kompetenzentwicklung und Sprachfähigkeit bei Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund in der Grundschule. In Vasarhélyi, E. (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht 2008.* Münster: WTM-Verlag. 669–672.

Stern, E. (1998). *Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Kindesalter.* Lengerich: Pabst Pub~~lishers~~.

Tiedemann, J. & Billmann-Mahecha, E. (2004). Migration, Familiensprache und Schulerfolg. Ergebnisse aus der Hannoverschen Grundschulstudie. In Bos,W., Lankes, E. Plassmeier, N. & Schwippert, K. (Hrsg.): *Heterogenität. Eine Herausforderung an die empirische Bildungsforschung.* Waxmann: Münster, 269–279.

Dipl.-Soz. Franziska Rudolph-Albert studierte Soziologie an der Technischen Universität Chemnitz. Seit 2004 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Mathematikdidaktik, zunächst an der Universität Augsburg und dann an der LMU München. Ihr Arbeitsschwerpunkt der vergangenen Jahre lag dabei im Projekt SOKKE.

Deniz Karaca studiert seit 2005 Grundschullehramt mit Hauptfach Deutsch und Erweiterungsfach Didaktik des Deutschen als Zweitsprache mit Partnersprache Türkisch an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Ihre Abschlussarbeit im Didaktikfach Mathematik beschäftigte sich mit dem hier dargestellten Förderansatz.

Dr. Stefan Ufer hat an der Ludwig-Maximilians-Universität München Mathematik und Physik studiert. 2004 wurde er zum Dr. rer. nat. promoviert, anschließend absolvierte er das Referendariat. Seit September 2006 ist er wissenschaftlicher Assistent für Didaktik der Mathematik an der LMU München. In Forschung und Lehre liegt ein Schwerpunkt im Bereich der Primarstufe.
Anschrift:
Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik,
LMU München,
Theresienstraße 39,
80333 München,
rudolph@math.lmu.de, ufer@math.lmu.de,
d_karaca81@yohoo.de

Prof. Dr. Aiso Heinze hat an der Universität Oldenburg Mathematik für das Lehramt studiert. 2001 wurde er dort zum Dr. rer. nat. promoviert, die Habilitation zur Didaktik der Mathematik erfolgte 2005 an der Universität Augsburg. Seit 2008 ist er Direktor der Abteilung Didaktik der Mathematik am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
Anschrift:
Leibniz-Institut für die Pädagogik
der Naturwissenschaften (IPN),
Olshausenstraße 62,
24098 Kiel,
heinze@ipn.uni-kiel.de

Der Spielkartenzauber

Hilke Fickenfrerichs – Renate Peper-Bienzeisler – Walter Jansen

Um Kindern die Rolle des Luftdrucks zu verdeutlichen, wird häufig ein faszinierendes Experiment durchgeführt: Der Spielkartenzauber. Ein mit Wasser halb oder ganz gefülltes Glas, das mit einer Spielkarte bedeckt ist, wird mit der Öffnung nach unten gehalten. Die Spielkarte fällt nicht herunter. Die Erklärung ist, dass der äußere Luftdruck höher ist als der Druck des Wassers und der Luft im Glas. Wir zeigen, dass diese Erklärung nicht richtig ist. Es ist vielmehr so, dass das Wasser als Klebstoff wirkt.

MNU PRIMAR 1/4 (15.10.2009) Seiten 132–135, ISSN 1867-9439, © Verlag Klaus Seeberger, Neuss

1 Einleitung

Bei der Behandlung der Luft ist es eines der bedeutsamen Ziele, Kinder davon zu überzeugen, dass die Luft einen Druck ausübt. Dazu wird ein Experiment angeboten, das die Kinder zweifellos fasziniert: der Spielkartenzauber.

Der Versuch fehlt in kaum einem Programm für Grundschulkinder. Er ist verblüffend, aber die gegebene Erklärung ist in der Regel falsch, weshalb wir darauf verzichten, Literaturzitate zu präsentieren. Schauen wir uns den Versuch einmal genauer an (W. JANSEN et al 2008).

2 Versuche und ihre Deutung

Versuch 1: **Der Spielkartenzauber**
Geräte: Sektglas, (neue) Spielkarten
Stoffe: Wasser

Durchführung:
Hinweis: Die Versuche 1a und 1b werden zur Sicherheit über dem Waschbecken durchgeführt!
a) Zunächst füllt man das Sektglas bis zum Rand mit Wasser. Dann legt man die Spielkarte auf das Glas. Anschließend wird das Glas mit der Spielkarte (Spielkarte mit der Hand etwas festhalten!) umgedreht, danach wird nur noch das Glas festgehalten.
b) In einem zweiten Versuch füllt man das Sektglas nur zur Hälfte mit Wasser, legt die Spielkarte auf und dreht das Ganze wieder um (Abb. 1).
c) Jetzt wird nur die Spielkarte mit Wasser angefeuchtet und das trockene Sektglas umgekehrt auf die Karte gesetzt. Das Glas wird nun angehoben.
d) Nach einer Weile umfasst man das Sektglas mit warmen Händen: Was passiert?

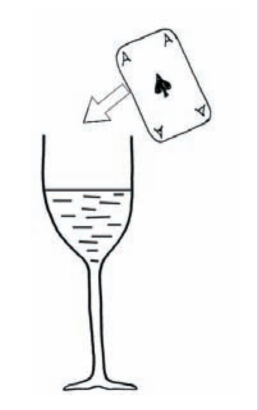


Abb. 1
Versuch 1b

Beobachtungen:
Bei dem randvoll mit Wasser gefülltem Glas bleibt die Spielkarte sozusagen »kleben«, das geschieht auch in Versuch b). Die Spielkarte hat eine gewisse Schwere (Masse). Sie müsste deshalb wie alle schweren Stoffe zu Boden fallen, wenn sie nichts festhält.
Wird das trockene Sektglas (Teilversuch c)) auf die angefeuchtete Spielkarte aufgesetzt und angehoben, so bleibt auch hier die Spielkarte »kleben«.

In den Auflösungen dieses erstaunlichen Versuchs wird nun die Erklärung angeboten, dass der äußere Luftdruck höher sei als der Luftdruck im Glas plus der »Gewichtskraft« des Wassers. Betrachtet man aber den Teilversuch c), so ist es ganz und gar unglaubwürdig, dass der äußere Luftdruck höher sein soll als der im Sektglas.

Wenn man genau hinschaut, sieht man, wie das Wasser von der Spielkarte am Glasrand emporsteigt und eine Wulst bildet (Abb. 2). Die Luft drückt mit gleicher Kraft aus dem Inneren des Glases und von außen auf die Spielkarte. Sie fällt aber nicht herunter, weil das Wasser als »Klebstoff« wirkt.

Erwärmt man das Glas (Teilversuch d)), fällt die Spielkarte zu Boden. Die Luft im Sektglas dehnt sich aus und übt einen zusätzlichen Druck auf die Spielkarte aus: Wasser ist kein guter »Klebstoff«.

So ist die »Klebkraft« des Wassers bald der Druckkraft der warmen Luft nicht mehr gewachsen und die Karte muss fallen.

Die Rolle des Wassers als Klebstoff kann man durch einige Zusatzversuche belegen.

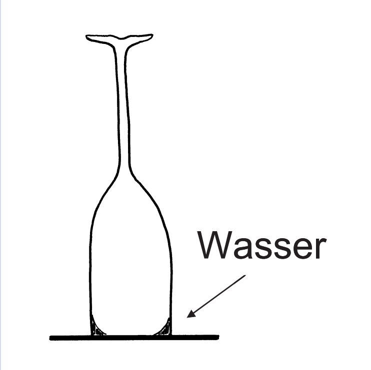


Abb. 2
Wasserwulst

Versuch 2: **Klebende Objektträger**
Geräte: Objektträger zum Mikrokospieren oder zwei kleine gleich große Glasplatten
Stoffe: Wasser

Durchführung:
Zwei trockene Objektträger aus Glas werden im Winkel von 90° übereinander gelegt (Abb. 3). Man hebt nun den oberen Objektträger an: Der untere bleibt auf der Unterlage liegen. Nun feuchtet man die Objektträger an und legt sie wie zuvor übereinander. Wenn man nun den oberen anhebt, wird der untere Objektträger mitgenommen. Er bleibt kleben. Man kann nun versuchen, die beiden Objektträger auseinander zu ziehen und bemerkt, dass man eine gewisse Kraft aufwenden muss, um das zu bewerkstelligen.

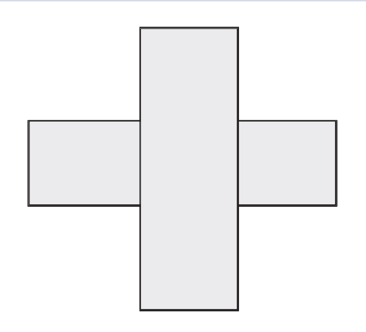


Abb. 3
Versuch 2

Versuch 3: **Klebende Spielkarten**
Geräte: Spielkarten, Schere
Stoffe: Wasser

Durchführung:
Man schneidet zwei objektträgergroße Streifen aus einer Spielkarte, legt die Spielkartenstreifen im Winkel von 90° übereinander und hebt den oberen an: Der untere bleibt liegen. Feuchtet man nun die Spielkartensteifen an, so kann man mit dem oberen auch den unteren anheben. Die Spielkarten kleben aneinander. Auch hier muss man eine bestimmte Kraft aufwenden, um die Spielkartenstreifen auseinander zu ziehen.

Versuch 4: **Objektträger hebt Spielkarte**
Geräte: Objektträger, Spielkarten, Schere
Stoffe: Wasser

Man wiederholt nun die Versuche 2 bzw. 3 mit einem trockenen Spielkartenstreifen und einem Objektträger aus Glas. Der Spielkartensteifen liegt dieses Mal unten, der Objektträger darauf. Das Ergebnis ist ähnlich wie in den beiden Versuchen zuvor. Sind Streifen und Objektträger trocken, hebt man nur den oberen an, sind sie aber feucht, kann man mit dem Objektträger auch den Spielkartenstreifen anheben: Das Wasser klebt sie zusammen.

Versuch 5: **Wasser kriecht das Rohr hinauf**
Geräte: Kapillarrohr, Glas
Stoffe: Wasser, angefärbt mit grüner Tinte

Ein Kapillarrohr aus Glas wird in das abgefärbte Wasser gestellt. Man sieht, wie das Wasser in dem Kapillarrohr nach oben steigt. Das Wasser klebt sozusagen am Glas (Abb. 4). Man spricht auch von Adhäsion.
Um die Rolle des Luftdrucks beim Spielkartenzauber zu untermauern, wird hin und wieder ein weiteres Experiment durchgeführt.

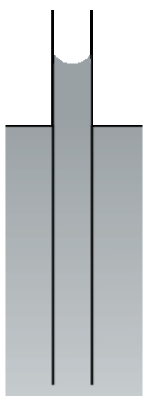


Abb. 4
Versuch 5

Versuch 6: **Karte löst sich unter Wasser vom Glas**
Man füllt wieder ein Sektglas ganz oder halb mit Wasser, legt eine Spielkarte darauf und verfährt weiter wie in Versuch 1. Hält man nun das Glas mit der Spielkarte nach unten in eine Schale mit Wasser, so löst sich die Karte leicht vom Glas, schwimmt oder sinkt langsam nach unten auf den Boden der Schale.
Die Vertreter der »Luftdrucktheorie« argumentieren nun so, dass der Luftdruck nicht mehr auf die Karte wirkt und diese sich jetzt vom Sektglas lösen muss.
Natürlich ist der Druck oberhalb und unterhalb der Karte nicht anders. Sie löst sich deshalb vom Glas, weil jetzt auch die Anziehungskräfte zwischen Wasser und Spielkarte unten an der Karte wirken. Das heißt, die »Klebekräfte« oben und unten an der Karte sind nun gleich. Man kann diese Erklärung erhärten, indem man die beiden Objektträger wieder gekreuzt in die Schale mit Wasser legt. Dieses Mal kann man das untere Glas nicht mitnehmen, wenn man das obere anhebt.

Versuch 7: **Noch ein Versuch**
Man schneidet einen 2 cm breiten Streifen oben von einer Spielkarte ab. Man feuchtet nun diesen Streifen *von einer* Seite an und legt ihn auf die Öffnung des Sektglases.
Nun dreht man das Glas vorsichtig um: Der Streifen bleibt kleben, obwohl nur ein Teil der Öffnung bedeckt ist. Für das Gelingen dieses Versuchs ist es wichtig, dass sich nicht zu große Wassertropfen auf dem Streifen befinden und dieser damit zu schwer wird. Schließlich ist der klebende Bereich hier recht gering.
Hinweis: Man muss etwas üben und beachten, dass die Unterseite des Kartenstreifens trocken bleibt. Die Oberseite muss so feucht sein, dass sich die Wasserwulst bilden kann. Die Finger dürfen nicht feucht sein!

Für jeden muss jetzt wirklich klar sein, dass der Luftdruck mit dem Kleben des Kartenstreifens nichts zu tun hat.

3 Weitere Informationen

Wassermoleküle werden in flüssigem Wasser und in Wassertropfen durch Bindungskräfte (Wasserstoffbrückenbindungen und van-der-Waals-Kräfte) aneinander gebunden. Wassermoleküle werden durch dieselben Kräfte an Glas- und Papieroberflächen gebunden. Glasoberflächen enthalten

 |
-Si-O-H-Gruppen, die über Wasserstoffbrückenbindungen
 |

mit Wassermolekülen verbunden sind. In der Cellulose des Papiers findet man ebenfalls C-OH-Gruppen aus den Glucoseeinheiten. In der Regel sind bereits Wassermoleküle aus der Luft in einer ersten Schicht auf Glas- bzw. Celluloseoberflächen gebunden. Die Anziehungskräfte (an Glas- und Papieroberflächen) sind sogar etwas größer als die zwischen den Wassermolekülen in flüssigem Wasser. So kommt es, dass das Wasser sowohl am Glasrand »hoch kriecht« als auch die Pappe der Spielkarte festhält.
Dass Wasser an Glas klebt, kann man auch erkennen, dass ein Wassertopfen unter einem Glas hängen bleibt, wenn er nicht zu groß ist
Kinder (oder auch Erwachsene) können mit Sand nur bauen, wenn er feucht ist. Das Wasser klebt nämlich die Sandkörner zusammen.

Der Luftdruck ist die Kraft, mit der die Luft auf eine Fläche drückt. Der Luftdruck kommt daher, dass die Luftmoleküle (Sauerstoff- und Stickstoffmoleküle) sich in dauernder, regelloser Bewegung befinden. Sie prallen gegeneinander aber auch auf die Wandflächen eines Gefäßes. Dort übertragen sie ihre Bewegungsgröße (Impuls) $2\ m \cdot v$, wobei m die Masse des Moleküls und v seine Geschwindigkeit ist, auf die Wandfläche. Wenn man eine Spritze zusammendrückt oder einen Reifen oder Ball aufpumpt, wird die Zahl der Moleküle in dem jeweils betrachteten Gasraum größer. Mehr Moleküle prallen jetzt in der Zeiteinheit auf die Wandfläche, der Druck steigt. Wenn man die Tempe-

ratur erhöht, steigert man die mittlere Geschwindigkeit der Moleküle. Der übertragene Impuls $2\,m \cdot v$ wird größer, der Druck steigt.
Korrekte Versuche zum Luftdruck gibt es natürlich auch. Man kann Luft in Spritzen zusammendrücken und bemerkt den »Gegendruck« der Luft.
Ein besonders schönes Experiment lässt sich mit dem Gummisaugheber (wird zum Säubern verstopfter Abflussrohre benutzt) durchführen. Drückt man ihn gegen eine glatte Wandfläche, so dass ein Teil der Luft entweicht, so bleibt er an der Wand »kleben«. Hier ist es aber in der Tat der äußere Luftdruck, der den Gummisaugheber an der Wand hält (Nordmetallstiftung 2007).

Literatur

W. JANSEN et al (2008), *CHEMOL-Mappe*, Chemol-Projekt, Universität Oldenburg.

Nordmetallstiftung (2007), *Versuch macht klug*, Vereinigung Hamburger Kindertagesstätten, Hamburg.

HILKE FICKENFRERICHS, Jahrgang 1958, und RENATE PEPER-BIENZEISLER, Jahrgang 1952, sind an der Universität Oldenburg beschäftigt und arbeiten im CHEMOL-Projekt mit.

WALTER JANSEN, Jahrgang 1938, ist emeritierter Professor für Didaktik der Chemie an der Universität Oldenburg. Er ist Mitbegründer des inzwischen weithin bekannten Projektes CHEMOL – Heranführen von Kindern im Grundschulalter an Chemie und Naturwissenschaften.

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 (CERPNJAK, 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).

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.

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

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.

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.

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 nicht giftig 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.

Abb. 3
Aromazucker Orange

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.

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.

Die Kinder erkennen, dass es sich bei den Bläschen um ein unsichtbares Gas handelt. Dieses Gas heißt Kohlenstoffdioxid.

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 werden (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.

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).

Abb. 5 Bildkärtchen von Zucker, Natron und Zitronensäure

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 verspritzen kann, sind verschiedenen Maßnahmen zu treffen. Zum einen müssen alle Schutzbrillen tragen, zum anderen ist das Experiment im Freien mit Abstand zu Menschen durchzuführen. 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.

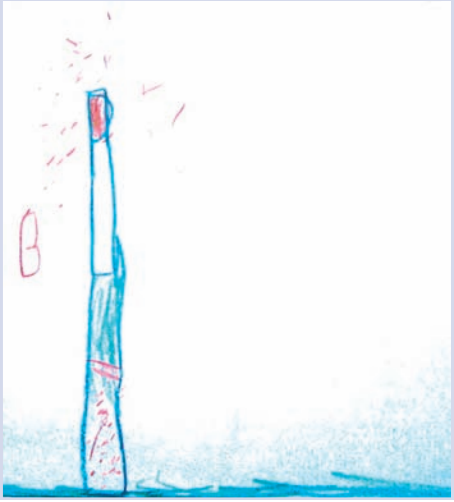


Abb. 6 Aufzeichnung eines Kindes zum Experiment »Die Brausepulverrakete«

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). Dran 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 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 durchaus ist 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

CERPNJAK, 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

Feuer und Flamme

Der Themenbereich Feuer im naturwissenschaftlichen Unterricht der Grundschule

LEENA BRÖLL – JENS FRIEDRICH

Das Thema Feuer spielt im naturwissenschaftlichen Unterricht eine besondere Rolle. Aus diesem Grunde werden mit der hier vorgestellten Unterrichtskonzeption zu diesem Themenbereich für die 3./4. Klasse der Grundschule weitere Vorschläge gemacht, die sich gut mit dem Beitrag von SCHENZER (2009) in Heft 3/09 von MNU PRIMAR ergänzen. Nach einer kurzen Einführung in die fachlichen Aspekte werden zahlreiche didaktisch-methodische Hinweise gegeben sowie zusätzliche und alternative Versuche vorgestellt, so dass der Themenkomplex nunmehr umfassend von interessierten Lehrkräften im Unterricht behandelt werden kann.
Es werden zudem Ergebnisse aus einer empirischen Untersuchung vorgestellt, die sich mit der Nachhaltigkeit des Lernens in der Grundschule am Beispiel dieses Themas beschäftigt.

1 Feuer als Thema

Die Beherrschung des Feuers gehört zu den höchsten kulturellen Leistungen des Menschen und hat sein Leben wie kaum eine andere Entdeckung verändert.
Auf der ganzen Welt erzählen Sagen und Legenden von der Macht des Feuers und der Verehrung, die ihm die Menschen zu allen Zeiten entgegenbrachten. Entweder wurde es den Göttern gestohlen, oder die Götter machten es den Menschen zum Geschenk. Der griechischen Sage nach brachte der Titan PROMETHEUS das Feuer zu den Menschen – er hatte es dem Göttervater Zeus gestohlen. Dieser war über den Verlust des wertvollen Gutes derart erbost, dass er PROMETHEUS an einen Berggipfel ankettete. Jeden Tag kam ein Adler und fraß von seiner Leber – PROMETHEUS jedoch war unsterblich.
Tatsächlich muss es aber wohl eine Kette von glücklichen Umständen gewesen sein, die es den Menschen ermöglichte, dass Feuer zu beherrschen.

Die frühesten Hinweise auf den kontrollierten Gebrauch von Feuer stammen aus Koobi Fora in Ost-Turkana vor ca. 1,5 Millionen Jahren. Direkte Nachweise fanden sich auch in Swartkrans in Südafrika, wo rund eine Million Jahre alte Verbrennungsspuren an Knochen nachgewiesen wurden, die aber aufgrund der rekonstruierten Temperaturen nicht von einem Buschfeuer hergerührt haben können. Wahrscheinlich ist, dass es erstmals bereits dem frühen *Homo erectus* gelang, Feuer für sich nutzbar zu machen. Feuer entsteht häufig auf natürlichem Weg, z. B. durch Blitzschlag, und muss den Frühmenschen als zerstörerische Kraft gut bekannt gewesen sein. Nicht nur die Wärme des Feuers war von Bedeutung, sondern auch der bessere Schutz vor wilden Tieren und die Möglichkeit, Nahrung zu erhitzen, sie dadurch zu erweichen und lagerfähig zu machen. Die Kontrolle des Feuers war und ist bis heute jedoch nicht nur eine technische, sondern auch eine in der Gesellschaft zu regelnde Aufgabe.

Aufgrund der vielen Vorteile durch die Beherschung des Feuers, aber auch aufgrund der permanenten Präsenz der Themenfelder Feuer, Flamme und Verbrennung in der Alltagswelt sind die meisten Menschen – und so auch Kinder – fasziniert vom Feuer. Sie erleben ein Feuer als gemütlichen Wärmespender in Ofen oder Kamin, als Osterfeuer oder Grillfeuer kennen, aber auch die zerstörerische Kraft von Feuer bei Wohnungs- oder Waldbränden (Abb. 1a–c). Darüber hinaus findet sich das Themenfeld in vielen literarischen Texten, Geschichten und Gedichten. Beispielhaft seien genannt *»Die gar traurige Geschichte*

MNU PRIMAR 1/4 (15.10.2009) Seiten 140–146, ISSN 1867-9439, © Verlag Klaus Seeberger, Neuss

mit dem Feuerzeug« von Heinrich Hoffmann oder aber das Gedicht *»Das Feuer«* von James Krüss (Abb. 2). Das Interesse am Themenbereich Feuer ist daher sowohl bereits im Elementarbereich als bei Schülerinnen und Schüler im Primarbereich sehr hoch.

Aufgrund des hohen Alltagsbezugs ist der Themenbereich Feuer und Flamme in nahezu allen Bundesländern in den Bildungsplänen des Sachunterrichts verankert worden und wird von den Lehrkräften im GS-Bereich von allen naturwissenschaftlichen Themenbereichen mit am häufigsten im Unterricht thematisiert (Bröll, Friedrich & Oetken 2007). Inwieweit der Themenbereich Feuer und Flamme tatsächlich aber mit Verfahren der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, also Phänomenbetrachtung, Hypothesenbildung und experimenteller Überprüfung, erarbeitet wird und damit grundlegende Konzepte der Naturwissenschaften, speziell auch der Chemie, vermittelt werden, ist bisher nur wenig erforscht.
Aufgrund der beschriebenen Überlegungen wird ausgehend von einer kurzen fachlichen Klärung der Thematik Feuer und Flamme eine Unterrichtseinheit skizziert, die stark experimentell ausgerichtet ist und wichtige Elemente eines forschenden, problemorientierten Unterrichts vereint. Damit wird im Sinne eines gemäßigt konstruktivistischen Ansatzes eines naturwissenschaftlichen Lernens von den Schülern ein hohes Maß an Eigenaktivität verlangt. Darüber hinaus wird im Anschluss der Unterrichtseinheit untersucht, inwieweit die Schülerinnen und Schüler durch die experimentell ausgerichtete Vorgehensweise in die Lage versetzt werden, sich weitere, ähnlich gelagerte Phänomene oder experimentelle Ergebnisse selbstständig erschließen zu können.

2 Feuer und Flamme – chemische Grundlagen

Feuer ist ein weiter Begriff und wird in der Wissenschaft formal als eine »sichtbare Begleiterscheinung einer Verbrennung (Oxidation) von brennbaren Materialien in Form einer Flamme oder von Glut« beschrieben. »Gasförmige und flüssige Stoffe sowie deren Dämpfe verbrennen mit Flammen, feste Stoffe mit Flammen und/oder Glut« (Internetquelle [1]). Die Flamme ist dabei eine mit dem Feuer einhergehende Begleiterscheinung; sie ist definiert als der Bereich brennender oder anderweitig exotherm reagierender Gase oder Dämpfe, von dem sichtbare Strahlung ausgeht.

Das Feuer

Hörst du, wie die Flammen flüstern?
Knicken, knacke, krachen, knistern,
wie das Feuer rauscht und saust,
brodelt, brutzelt, brennt und braust?

Siehst du wie die Flammen lecken,
züngeln und die Zunge blecken,
wie das Feuer tanzt und zuckt,
trockne Hölzer schlingt und schluckt?

Riechst du, wie die Flammen rauchen,
brenzlig, brutzlig, brandig schmauchen,
wie das Feuer, rot und schwarz,
duftet, schmeckt nach Pech und Harz?

Fühlst du, wie die Flammen schwärmen,
Glut aushauchen, wohlig wärmen,
wie das Feuer, flackrig-wild,
dich in warme Wellen hüllt?

Hörst du, wie es leiser knackt?
Siehst du, wie es matter flackt?
Riechst du, wie der Rauch verzieht?
Fühlst du, wie die Wärme flieht?

Kleiner wird der Feuersbraus:
Ein kleines Knistern,
ein feines Flüstern,
ein schwaches Züngeln,
ein dünnes Ringeln –

aus.

(James Krüss, 1961)

Abb. 2 James Krüss: Das Feuer

Bei einer Verbrennung, aber auch beim Löschen von Bränden, sind drei Aspekte von zentraler Bedeutung. Diese werden graphisch häufig in Form des Branddreiecks dargestellt (vgl. Abb. 3).

Abb. 1a Osterfeuer

Abb. 1b Grillen von Fleisch

Abb. 1c Waldbrand

So benötigt ein Brand einen brennbaren Stoff, Sauerstoff sowie eine entsprechende Entzündungstemperatur. Wird mindestens einer dieser Faktoren eliminiert, dann wird eine Verbrennung unterbunden (z. B. das Schlagen von Schneisen → Entzug von Brennstoffen, Löschen mit Wasser → Reduktion der Entzündungstemperatur).

Sauerstoff: Mit 21 Vol.-% ist Sauerstoff der lebenswichtige Bestandteil der Umgebungsluft, der auch für die Unterhaltung eines Verbrennungsvorganges notwendig ist. Neben dem Sauerstoff enthält die Umgebungsluft etwa 78 Vol.-% Stickstoff, sowie 1 Vol.-% restliche Gase (Argon, Neon, Helium, Krypton, Wasserstoff, Xenon, Stickoxide, Kohlenstoffdioxid, Wasserdampf, ...). Außer dem Sauerstoff sind die weiteren Bestandteile der Luft für den Verbrennungsprozess irrelevant.

Brennstoff: Beim Brennstoff ist der Zerteilungsgrad, auch Granularität genannt, ein wichtiger Faktor. Mit dem Zerteilungsgrad wird die Oberfläche eines Stoffes vergrößert und die Wahrscheinlichkeit einer Begegnung mit dem Reaktionspartner Sauerstoff nimmt zu. So lassen sich beispielsweise Holzspäne leichter entzünden als ein dickes Holzscheit; Eisenpulver leichter als ein Eisennagel. Der Zerteilungsgrad spielt bei der Beurteilung der Brennbarkeit eines Stoffes somit eine wichtige Rolle.

Entzündungstemperatur: Unter Entzündungstemperatur versteht man die Temperatur, die ein Stoff erreichen muss, damit er sich an der Luft selbst entzünden kann. Die Rolle der Entzündungstemperaturen beim Entfachen eines Lagerfeuers oder eines Ofenfeuers wird deutlich wenn man sich den Entzündungsvorgang genauer anschaut: Ein Streichholz (Entzündungstemperatur ca. 60 °C) liefert die Energie, damit Papier brennt (Entzündungstemperatur 175 °C). Die daraus entstehende Energie reicht aus, um die Entzündungstemperatur von Holzspänen (Entzündungstemperatur 220 °C) zu erreichen. Beim Verbrennen von Holz schließlich entsteht so viel Energie, dass auch Kohle ihre Entzündungstemperatur (300 °C) erreicht (Internetquellen [1] und [2]).

Verbrennungsabläufe bei einer Kerze (vgl. Abb. 4): Entzündet man eine neue Kerze, dauert es eine gewisse Zeit, bis der Docht brennt und sich eine Kerzenflamme bildet. Dies liegt daran, dass zunächst die Hitze des Dochtes das feste Wachs erwärmen und es zum Schmelzen bringen muss.

Das flüssige Wachs steigt nun durch die Kapillarkraft des Dochtes hin zur Flamme. Dort wird das flüssige Wachs so heiß, dass es verdampft. Dieser Wachsdampf reagiert nun mit dem Sauerstoff und entzündet sich beim Erreichen seiner Entzündungstemperatur.
Bei einer Kerze ist also das Wachs in Form von Wachsdampf der brennbare Stoff. Festes und flüssiges Wachs brennen nicht.
Das Wachsmaterial besteht häufig aus Paraffin oder Stearin. Beide Stoffe sind Kohlenstoffverbindungen, die mit dem Sauerstoff bei einer Verbrennung zu Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf reagieren.
Pustet man eine Kerze aus, ist immer noch Wachsdampf vorhanden. Der heiße Docht ist umgeben von diesem Wachsdampf, welcher in Form weißen Rauchs sichtbar ist. Wird mit einem brennenden Holzspan dieser weiße Rauch berührt, beginnt die Kerze wieder zu brennen. Jedoch kühlt der Docht schnell ab und es steigen nicht lange Wachsdämpfe auf, die man entzünden kann.

Bei den Verbrennungsabläufen einer Kerze können auch gut die Aggregatzustände beobachtet werden (vgl. Abb. 5). Zunächst ist das Wachs bei Raumtemperatur fest. Mit zunehmender Temperatur (ab ca. 56 °C) schmilzt das Wachs und wird flüssig. Erst bei einer Temperatur von 250 °C wird es gasförmig.

3 Gefahrenhinweise

Gerade beim Experimentieren mit Feuer sind bestimmte Sicherheitshinweise zu beachten:
1. Aufgrund der Verbrennungs- und Entzündungsgefahr dürfen die Versuche mit Feuer nur unter Aufsicht der Lehrkraft durchgeführt werden.
2. Die Schüler müssen vor Beginn der Experimente ausreichend über die Gefahren von Feuer aufgeklärt werden.

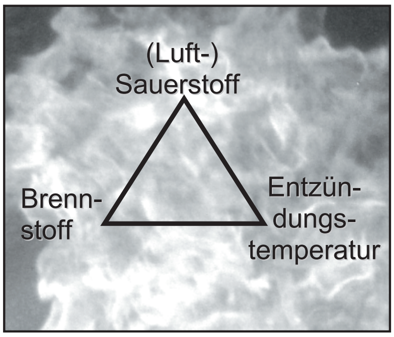


Abb. 3
Das Branddreieck

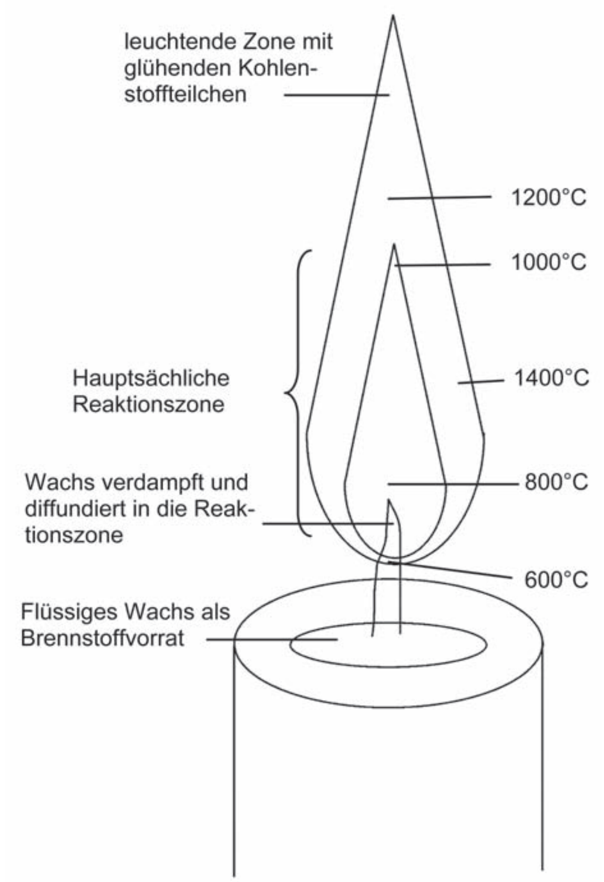


Abb. 4 Die Kerze

Abb. 5 *Die Aggregatzustände am Beispiel der Kerze sowie die Übergänge*

3. Lange Haare müssen zu einem Zopf gebunden werden.
4. Beim Durchführen der Experimente muss der Raum stets gut gelüftet sein.
5. Des Weiteren muss immer eine feuerfeste Unterlage, wie zum Beispiel Alufolie oder ein altes Backblech, verwendet werden.
6. Zudem muss immer etwas zum Löschen, wie Wasser oder eine Löschdecke, bereitgestellt werden.

4 Konkrete Umsetzung im Unterricht

Insgesamt ist es sinnvoll, sich für die komplette Erarbeitung der hier dargestellten Unterrichtskonzeption fünf Stunden Zeit zu nehmen, wobei die ersten vier idealerweise als zwei Doppelstunden zusammengefasst sind.

1. Doppelstunde: Erarbeitung der unterschiedlichen Voraussetzungen für eine Verbrennung

Zum Einstieg in die Unterrichtseinheit eignet sich das Gedicht »Das Feuer« von JAMES KRÜSS aus dem Jahre 1961 (vgl. Abb. 2). Es bietet sich an, zum Einstieg nur die Strophen 1–3 und die anderen am Ende der Doppelstunde zum Abschluss vorzulesen. Einen visuellen Impuls kann man den Schülern zusätzlich geben, indem man ein Bild mit einem Feuer an der Tafel aufhängt oder auf Folie mit dem Tageslichtprojektor projiziert. Im Gespräch mit den Schülern können danach Eigenschaften sowie Assoziationen mit dem Thema Feuer besprochen werden.

Im Anschluss daran erfolgt die experimentelle Phase, in der auf die unterschiedlichen Voraussetzungen für eine Verbrennung eingegangen werden soll. Dabei werden die Aspekte *Sauerstoff* sowie *brennbarer Stoff* explizit thematisiert. Den Aspekt der *Entzündungstemperatur* behandelt man implizit dadurch, dass den zu verbrennenden Gegenständen jedes Mal mit einem Streichholz Energie zuführt werden muss.
Die einzelnen Versuche können als Lernzirkel aufgebaut und von den Schülern in Gruppenarbeit bearbeitet werden (vgl. Abb. 6). Beim Versuch *Was braucht die Kerze zum Brennen?*[1] wird thematisiert, dass eine Kerze zum Brennen Luft bzw. den darin enthaltenen Sauerstoff benötigt. Mit dem Versuch *Es brennt im Klassenzimmer … Was brennt, wenn es brennt?* kann herausgearbeitet werden, dass eine Verbrennung nur zustande kommt, wenn ein brennbarer Stoff vorhanden ist. Im letzten Versuch, *Kann Eisen brennen?*, wird auf die Bedeutung des Zerteilungsgrades eingegangen. Eisenpulver brennt, wohingegen ein Eisennagel nicht brennt.

Die drei Bedingungen für eine Verbrennung werden zum Abschluss in Form des Branddreiecks (vgl. Abbildung 3) mit den Schülern noch einmal an der Tafel festgehalten und im Schülerheft notiert werden. Zum Abschluss der Doppelstunde werden die Strophen 4–6 des oben erwähnten Gedichts vorgelesen.

2. Doppelstunde: Brände löschen

Im Anschluss an die Voraussetzungen für einen Brand kann mit den Schülern der Umkehrschluss nachvollzogen werden, nämlich das Löschen von Bränden. Dabei sollen unterschiedliche Löschmethoden besprochen werden.
Zu Beginn der Stunde wird mit den Schülern noch einmal wiederholt, welche Bedingungen für einen Brand gegeben sein müssen. Das Branddreieck sollte noch einmal an der Tafel visuell festgehalten werden.

Löschmethoden basieren darauf, die Voraussetzungen einer Verbrennung zu eliminieren. Beim Versuch *Was tun, wenn's brennt?* können die Schüler verschiedene Löschmethoden wie Auspusten, Wasser, Sand und Abdecktuch ausprobieren. Die Versuche *Was passiert mit der Flamme?* und *Der selbstgebaute Feuerlöscher* thematisieren den gleichen Sachverhalt. Es wird eine weitere

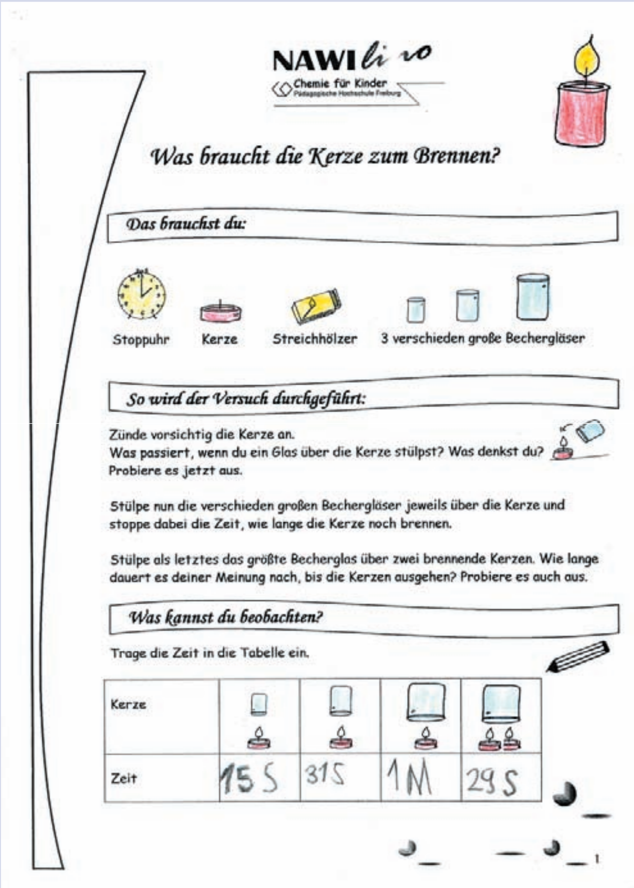


Abb. 6 *Versuchsbeobachtungen von* JAN-ARNE*, 3. Klasse*

1 Die Arbeitsblätter für die Versuche (aus BRÖLL 2009) können unter *www.mnu.de/* heruntergeladen werden.

Löschmethode vorgestellt: die Verdrängung des Luftsauerstoffs durch ein anderes Gas. Der Versuch *Kann man alles mit Wasser löschen?* zeigt, dass man Benzinbrände nicht mit Wasser löschen kann. Dieser Versuch darf nur als Lehrerdemonstrationsversuch vorgeführt werden. Außerdem muss der Versuch im Hof auf dem Beton/Asphalt durchgeführt werden.
Für die anderen Versuche bietet es sich wieder an, die Versuche im Lernzirkel aufzubauen, so dass sie von den Schülern in Kleingruppen durchgeführt werden können.
Am Ende der Stunde sollte mit den Schülern erarbeitet werden, dass für das Löschen eines Brandes eine der drei Bedingungen aus dem Branddreieck eliminiert werden muss. Zum Abschluss der Experimentierphase kann der Demonstrationsversuch im Hof durchgeführt werden. Hierbei ist es wichtig zu thematisieren, dass Benzin- und Fettbrände auf keinen Fall mit Wasser gelöscht werden dürfen. Auch ein Besuch bei der Feuerwehr würde sich an dieser Stelle anbieten. Hier wird oftmals sehr eindrucksvoll das Löschen eines Fettbrandes vorgeführt und mit den Schülern die Problematik besprochen.

Zum Ende der Doppelstunde sollte mit den Schülern erarbeitet werden, wie man sich bei einem Brand verhalten muss und was wichtig ist, wenn man einen Notruf geben muss. Diese Erarbeitung kann auch noch auf eine folgende Einzelstunde ausgeweitet werden, beispielsweise wenn die Schüler Regeln im Falle eines Brandes auf einem Plakat festhalten (Abb. 7) oder wenn im Rollenspiel der Anruf bei der Feuerwehr geübt wird (Abb. 8).

3. Stunde (Einzelstunde): Funktion und Aufbau der Kerze

In einer letzten Unterrichtssequenz können abschließend Aufbau und Funktion einer Kerze besprochen werden. Eine weit verbreitete Vorstellung ist, dass bei einer Kerze der Docht brennt. Durch das Durchführen der Versuche erschließt sich den Kindern, dass es nicht alleine der Docht sein kann, der brennt.

Was tun, wenn es brennt?

1. Fenster schließen
2. Das brennende Zimmer verlassen
3. Bei starkem Rauch aus dem Zimmer kriechen
4. Die Fenster schließen
5. Die Feuerwehr alarmieren
6.

Abb. 7 Was tun, wenn's brennt?

Notruf – das will die Feuerwehr wissen

- Wer ruft an?
- Wo brennt es?
- Was brennt?
- Sind Menschen in Gefahr?
- Gibt es Verletzte?

Warten, ob die Feuerwehr noch Fragen hat!

Abb. 8 Diese Fragen sind bei einem Notruf wichtig

Beim Versuch *Wir basteln ein Öllämpchen* wird thematisiert, dass bei einem Öllämpchen nicht der Docht brennt, auch nicht das flüssige Lampenöl, sondern Öldämpfe. Dieser Versuch ist als Lehrerdemonstrationsversuch gedacht und sollte nicht von den Kindern alleine durchgeführt werden.
Auch bei einer Kerze brennen nur die Wachsdämpfe. Diese kann man entzünden *(Die springende Flamme)* bzw. ableiten und dann entzünden *(Die Tochterflamme)*. Diese beiden Versuche können zeitgleich von allen Schülern durchgeführt werden. Sie stellen an die motorischen Fähigkeiten der Schüler gewisse Herausforderungen, sind aber auf der anderen Seite auch besonders geeignet, um feinmotorische Herangehensweisen besonders zu trainieren.

Zum Abschluss der Einheit können die Schüler noch das Feuerrätsel[2] bearbeiten. In einem Buchstabensalat sind 13 Begriffe versteckt, die entweder mit dem Thema Feuer oder Experimentieren zu tun haben.

5. Längsschnittstudie zur Nachhaltigkeit

Um zu untersuchen, ob Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht dazu beitragen, dass Inhalte und Erklärungen der beobachteten Phänomene erinnert werden, wurde speziell für den Themenbereich Feuer eine qualitative Längsschnittstudie durchgeführt (BESSERER, 2008). Als Untersuchungsinstrument wurden Interviews verwendet. Es wurden insgesamt 20 Schüler aus vier dritten Klassen befragt. Für die Untersuchung wurden sechs Versuche gewählt: drei davon (Versuch 1: *Was braucht die Kerze zum Brennen,* Versuch 2: *Was brennt, wenn's brennt* und Versuch 3: *Der etwas andere Feuerlöscher*) wurden zu einem ersten Zeitpunkt durchgeführt. Für den zweiten Messzeitpunkt (zwei Monate später) wurden Versuche ausgesucht, die denselben thematischen Hintergrund haben wie die der ersten Versuchsreihe. So war der Aufbauversuch für den ersten Versuch derart, dass nun gleich große Bechergläser verwendet wurden, jedoch eine unterschiedliche Anzahl von Kerzen (Versuch 1b: *Was braucht die Kerze zum Brennen Teil 2*). Der zweite Versuch veränderte sich dahingehend, dass nun Eisenprodukte verbrannt und verglichen wurden (Versuch 2b: *Kann Eisen brennen?*). Beim dritten Versuch veränderte sich nur die Durchführung des Versuchs (Versuch 3b: *Die gefangene Kerze in der Blechdose*). Die Auswahl der Versuche wurde so getroffen, dass die relevanten Aspekte zum Themenbereich Feuer behandelt werden: *Sauerstoff*, der für die Verbrennung notwendig ist, *brennbarer Stoff* sowie die Frage, wie man *Feuer löschen* kann.

5.1 Vorstellungen der Schüler zum Themengebiet Feuer

Schüler haben eine Vielzahl von Vorstellungen zur Thematik Feuer. Jedes Kind weiß, dass Feuer heiß ist und man sich daran verbrennen kann, Feuer also gefährlich ist. Aber auch wissenschaftliche Erklärungen sind einigen Schülern bekannt: Feuer ist eine Naturerscheinung, die durch Blitze und Vulkanausbrüche entstehen kann.
Es gibt viele alltägliche Dinge, die von den Schülern mit dem Thema Feuer in Verbindung gebracht werden, wie

2 Download unter *www.mnu.de/*

beispielsweise Grill, Ofen, Feuerzeug, Streichholz, Zigarette, Lagerfeuer, Laterne oder Lichter. Auch verbinden Kinder mit Feuer die Begriffe Wärme und Licht und erklären damit das Vorkommen von Feuer.

Bekannte Löschmethoden sind Wasser, gefolgt vom Feuerlöscher, der oft auch als Löschschaum bezeichnet wird. Bei einem kleinen Feuer, beispielsweise bei der Kerze, ist auch das Auspusten eine geeignete Löschmethode (BESSERER, 2008).

Die Vorstellungen der Schüler über die Tatsache, welche Bedingungen für eine Verbrennung erfüllt sein müssen, sind sehr unterschiedlich (vgl. Abb. 9):

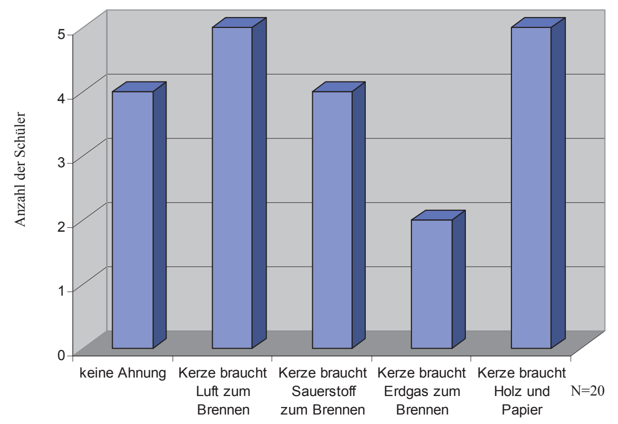


Abb. 9 Vorstellungen der Schüler über die Bedingungen für eine Verbrennung

5.2 Ergebnisse der Studie

5.2.1 Versuche zum ersten Messzeitpunkt

Versuch 1: 15 von 20 Schülern konnten das Versuchsergebnis bereits nach dem Durchlesen richtig vorhersagen und erklären. Zwei Schüler hatten keine Vorstellung, was passieren würde, konnten den Versuch nach der Durchführung aber richtig erklären. Lediglich drei Schüler konnten den Versuch nicht richtig erklären (Abb. 10).

Auch den zweiten Teil des Versuchs konnten 13 von 20 Schülern auf Anhieb richtig vorhersagen und erklären. Die anderen konnten den Versuch nach der Durchführung richtig erklären.

Versuch 2: Oft erklärten Schüler bei der Einordnung der unterschiedlichen Stoffe in brennbar bzw. nicht brennbar, dass dicke Stoffe nicht brennen können, dafür aber dünne. Auch weichen Stoffen wurde die Eigenschaft brennbar zugesprochen, harten nicht. Insgesamt konnten zwölf Kinder eine richtige Einteilung der Stoffe vornehmen und eine plausible Begründung liefern. Die anderen Kinder konnten weitgehend fehlerfreie Einteilungen vornehmen.

Versuch 3: Der dritte Versuch war den Schülern gänzlich unbekannt, so dass zahlreiche Vermutungen darüber zu verzeichnen waren, was passieren könnte und warum. So konnten auch nur drei Schüler den Versuch nach der Durchführung richtig erklären und auch einen Bezug zum Feuerlöscher herstellen.

5.2.2 Aufbauende Versuche nach zwei Monaten

Versuch 1b: 15 Schüler konnten die richtige Vermutung vor dem Versuch äußern. Aber auch die anderen Schüler konnten den Versuch im Anschluss an die Durchführung erklären.

Versuch 2b: Bei diesem Versuch zeigte sich, dass die zwölf Schüler, die den Versuch 2 im Vorfeld erklären konnten und naturwissenschaftliche Erklärungsansätze (z. B. *»Stoff ist sehr fein, deshalb kann er brennen«*) zur Erklärung herangezogen hatten, auch beim Versuch mit den unterschiedlichen Zerteilungsgraden des Eisens die richtigen Schlüsse ziehen konnten. Die anderen Schüler konnten den Versuch nicht erklären, was vermutlich auch daran lag, dass Eisen im Alltag ein Stoff ist, der nicht brennt. Das Prinzip des Zerteilungsgrades schien bei ihnen nicht nachhaltig zu sein bzw. mit der Alltagserfahrung (Eisen brennt nicht!) zu konkurrieren.

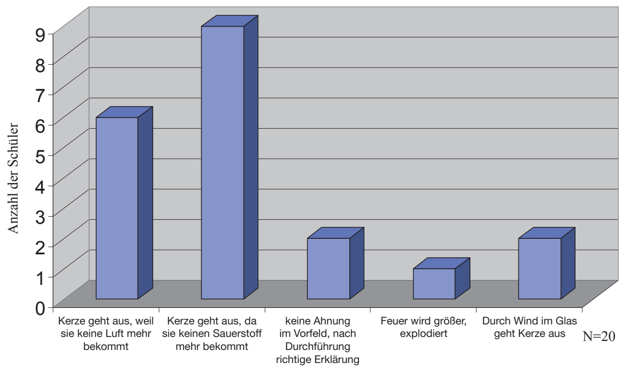


Abb. 10 Erklärungen der Kinder

Versuch 3b: Auch der letzte Versuch, der am wenigsten am Alltag der Schüler orientiert ist, weil man im Normalfall einen Brand nicht mit Essig und Backpulver löscht, konnte von den Schülern richtig erklärt werden: Sechs Schüler konnten den Versuchsablauf richtig vorhersagen und einen Transfer zum Versuch vor zwei Monaten herstellen. Elf weitere Schüler zündeten einmal das Streichholz an, hielten es in die Büchse und konnten sofort richtig erklären, weshalb es ausgeht und es nicht gelingen kann, die Kerze anzuzünden. Lediglich drei Schüler benötigten einen kleinen Denkanstoß, um den Versuch richtig erklären zu können und zu erkennen, dass es unmöglich ist, die Kerze anzuzünden.

5.2.3 Fazit

Als Fazit der Studie kann man festhalten, dass die Schüler durch die Experimentierstationen etwas gelernt haben, da sich alle an die Versuche vom ersten Messzeitpunkt erinnern konnten. Man kann also resümieren, dass Schüler durch gut geplante Versuche fähig sind, ihr Wissen zu erweitern. Das neu erworbene Wissen können sie dann nutzen, um neue Probleme zu lösen.

Aber auch auf affektive Ziele hat das experimentelle Arbeiten einen großen Einfluss: So wurde in der Studie kein Kind beobachtet, dass nicht mit Freude am Experimentieren war oder dass nicht stolz auf seine Leistungen war.

Diese sehr positiven Ergebnisse von BESSERER (2008) decken sich auch mit denen aus anderen Studien. So kam auch SAUER (2005) zu der Erkenntnis, dass sich durch selbstständige Auseinandersetzung mit Experimentierstationen sehr viel Wissen und Neugier bezüglich der Experimente bei den Schülern verankert. Und auch LÜCK (2000) kommt in ihren Untersuchungen, in denen sie sich mit der Erinnerungsfähigkeit bei Vorschulkindern beschäftigt, zu dem Ergebnis, dass sich die Mehrheit der Kinder auch nach einem Zeitraum von einem halben Jahr noch an die Experimente erinnert bzw. lediglich einen kleinen Denkanstoß benötigt.

Literatur

BESSERER, J. (2008). *Nachhaltiges naturwissenschaftliches Lernen?! – Eine qualitative Längsschnittstudie zum Themengebiet Feuer!.* Wissenschaftliche Hausarbeit. Freiburg: Pädagogische Hochschule.

BRÖLL, L. ; FRIEDRICH, J. ; OETKEN, M. (2007). Naturwissenschaftliche Bildung im Primarbereich?!: Eine Untersuchung zur Bedeutung und Realisierung naturwissenschaftlicher Inhalte in der Grundschule. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule* **56**, 36–41.

BRÖLL, L. (2009). *Entwicklung und Evaluation praxisbezogener Kompetenzförderungsmodelle im Rahmen des NAWIlino-Projekts am Beispiel von Lehrerfortbildungsangeboten und eines Experimentierkoffersets für naturwissenschaftliches Lehren und Lernen im Grundschulbereich.* Göttingen: Cuvillier.

LÜCK, G. (2000). *Naturwissenschaften im frühen Kindesalter. Untersuchungen zur Primärbegegnung von Kindern im Vorschulalter mit Phänomenen der unbelebten Natur.* Münster: LIT Verlag.

SAUER, F. (2005): *Der Einfluss offener Experimentierstationen auf das naturwissenschaftlich-technische Lernen im Primarbereich.* Tönning, Lübeck, Marburg: Der andere Verlag.

SCHENZER, M. (2009). PhänoLab, *MNU PRIMAR* 1/3, 111–115.

Internetquellen

[1] *http://de.wikibooks.org/wiki/Anorganische_Chemie_für_Schüler:_Erforschen_des_Verbrennungsvorgangs* (15.07.2009)

[2] Römpp online: der effizientere Zugriff auf das Wissen der Chemie. Stuttgart: Thieme, 20xx – Online-Ressource

LEENA BRÖLL JENS FRIEDRICH

Dr. LEENA BRÖLL hat das 1. Staatsexamen für das Realschullehramt Mathematik, Chemie und evangelische Religion im Jahr in Freiburg 2000 abgelegt. Nach dem 2. Staatsexamen 2002 war sie vier Jahre als Realschullehrerin tätig. Seit 2006 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Pädagogischen Hochschule in Freiburg. 2009 wurde sie in Chemie zum Dr. phil. promoviert.

Prof. Dr. JENS FRIEDRICH hat in Oldenburg Chemie und Biologie für das Lehramt der Sekundarstufe II studiert. Nach dem 1. Staatsexamen im Jahr 1993 war er vier Jahre als wissenschaftlicher Mitarbeiter in Fachbereich Chemie an der Universität Oldenburg tätig und wurde 1997 zum Dr. rer. nat. promoviert. Nach dem 2. Staatsexamen 1999 war er zunächst wissenschaftlicher Mitarbeiter am Leibnitz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel tätig und arbeitete anschließend fünf Jahre als Gymnasiallehrer am Lothar-Meyer-Gymnasium in Varel. Seit 2004 ist er Professor für Chemie und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule in Freiburg.

Anschrift: Pädagogische Hochschule Freiburg, Kunzenweg 21, 79117 Freiburg, Tel. +49 (0)761/682-637, broell@ph-freiburg.de; jens.friedrich@ph-freiburg.de.

Wie entsteht ein Regenbogen?

KLAUS ZIERER

Ein faszinierendes und allen Kindern bekanntes Naturphänomen ist der Regenbogen. Nicht bekannt ist den meisten Kindern hingegen, wie und warum ein Regenbogen entsteht. In dem Beitrag werden zunächst physikalische Grundlagen des Phänomens erläutert und dann eine Unterrichtseinheit mit einfachen Versuchen zur Lichtbrechung für die dritte Klasse vorgestellt. Mit diesen Versuchen können die Kinder die Zusammensetzung des Lichtes erfahren und erste Vorstellungen von der Entstehung des Regenbogens entwickeln.

 MNU PRIMAR 1/4 (15.10.2009) Seiten 146–150, ISSN 1867-9439, © Verlag Klaus Seeberger, Neuss

1 Einleitung

Er gehört zu den faszinierendsten Erscheinungen überhaupt: Der Regenbogen. Nicht nur Kinder harren inne, wenn sie ihn sehen, sondern auch Erwachsene bleiben voller Staunen und Ehrfurcht stehen. Während wir Erwachsene aber in der Regel wissen, wie ein Regenbogen entsteht, zählt er für Kinder zu den rätselhaftesten und geheimnisvollsten Erscheinungen. Der vorliegende Beitrag stellt einen Stundenentwurf vor, wie dieses Rätsel gelüftet werden kann, ohne aber die Faszination, die vom Regenbogen ausgeht, aufzuheben – vielmehr wird diese in eine tiefere Dimension getragen.

2 Theoretische Grundlagen

Für den Menschen sichtbares Licht ist ein kleiner Teil des elektromagnetischen Spektrums. Es besteht aus elektromagnetischer Strahlung der Wellenlängen zwischen 400 und 760 nm, die in der Lage ist, im menschlichen Auge eine Lichtempfindung auszulösen. Dabei ist es unerheblich, ob die Lichtstrahlen unmittelbar ins Auge fallen oder mittelbar, das heißt durch Brechung oder Reflexion. Allerdings können sich im letzten Fall besondere Phänomene des Lichts zeigen:
Grundsätzlich breitet sich Licht zwar geradlinig mit einer Geschwindigkeit von 300.000 km in der Sekunde aus, jedoch wird beim Übergang von einem Medium in ein mehr oder weniger dichteres Medium seine Richtung geändert. Dies wird in der Physik als Brechung bezeichnet. Wie stark diese ist, hängt zum einen von der Dichte des Mediums, zum anderen vom Einfallswinkel des Lichts ab. Bekannte Verfahren zur Sichtbarmachung dieses Phänomens sind Konvex- und Konkavlinsen aus Glas, wie sie in Brillen, Fotoapparaten, Lupen und Mikroskopen Anwendung finden. Auch Wasser bricht das Licht.
Dem physikalischen Gesetz der Lichtbrechung ähnlich ist das der Lichtreflexion. Hier wird das auffallende Licht in eine Richtung zurückgeworfen, die sich aus dem Einfallswinkel, dem der Ausfallswinkel gleich ist, ergibt. Einfache Beispiele hierfür sind der Spiegel, Glas, polierte Flächen oder die Wasseroberfläche.

Ein weiteres Phänomen des Lichts, das durch Brechung erzeugt wird, ist die Zerlegung des Lichtes in die Spektralfarben (rot, orange, gelb, grün, blau, indigo, violett). Dies lässt sich beispielsweise mithilfe eines Glasprismas zeigen. Diese Brechung wird in der Physik auch Farbzerstreuung (Dispersion) genannt. Der Regenbogen ist ein eindrucksvolles Beispiel für dieses Phänomen. Die folgende physikalische Erklärung sei dazu gegeben:
Beim ersten Übergang von Luft in Wasser wird das weiße Licht am Regentropfen gebrochen und in die Spektralfarben zerlegt. Dies beruht auf der Tatsache, dass aufgrund der unterschiedlichen Wellenlängen das rote Licht am wenigsten und das blaue Licht am meisten gebrochen werden. Ein Teil des aufgefächerten Lichtes wird an der Rückwand des Regentropfens reflektiert und beim Austritt aus dem Regentropfen noch einmal gebrochen, so dass der Regenbogen in Abhängigkeit zum Standpunkt des Betrachters entsteht. Aufgrund der unterschiedlichen Brechung des Lichts sieht man beim Regenbogen auf einer Seite immer rotes Licht, auf der anderen Seite immer blaues Licht. Der Winkel, unter dem sich der Regenbogen dem Betrachter zeigt, beträgt immer 42 Grad. Der häufig sichtbare Nebenregenbogen ist demgegenüber unter einem Winkel von 51 Grad zu sehen und hat, aufgrund der erneuten Brechung, eine umgekehrte Farbreihenfolge.
Prinzipiell sind zwei Erklärungsmöglichkeiten für die Erscheinung des Regenbogens denkbar, die auch von Kindern häufig genannt werden: Entweder das Wasser verfärbt das Licht in die Farben des Regenbogens. Oder Licht besteht aus unterschiedlichen Farben und wird durch das Wasser in seine Bestandteile zerlegt. Beide können experimentell widerlegt beziehungsweise bestätigt werden, wobei die Bestätigung der zuletzt genannten Erklärung gleichzeitig die Widerlegung der erstgenannten Erklärung darstellt.

3 Didaktisch-methodische Vorüberlegungen

Die Unterrichtseinheit »Wie entsteht ein Regenbogen?« ist Bestandteil der Unterrichtssequenz zu den optischen Phänomenen, die in allen Lehrplänen der Bundesländer im Rahmen des Sachunterrichts der dritten Jahrgangsstufe behandelt werden.

Der optimale Zeitpunkt für die Beschäftigung mit dem Thema sind die Monate April und Mai, da zu dieser Zeit aufgrund der Wetterlage die meisten Regebogen zu sehen sind.

Eine mögliche Sequenz sieht folgendermaßen aus:
1. UE: Wie breitet sich Licht aus?
2. UE: Was passiert, wenn Licht durch eine Linse fällt?
3. UE: Wie entsteht ein Regenbogen?
4. UE: Was passiert, wenn Licht auf einen Spiegel fällt?
5. UE: Was sehe ich, wenn ich in den Spiegel blicke?
6. UE: Wie funktioniert ein Periskop?
7. UE: Spiele rund um den Spiegel (u. a. Kaleidoskop, Spiegellabyrinth, Spiegelschrift)

In der vorgestellten Unterrichtseinheit »Wie entsteht ein Regebogen?« wird der Regenbogen als ein Beispiel für die Brechung des Lichts an Wasser erarbeitet. Dabei wird auf die Beschreibung der genauen Vorgänge im Wassertropfen (unterschiedliche Brechung, Reflexion usw.) und der physikalischen Besonderheiten des Regenbogens und des Lichts (Wellenlänge, Erscheinungswinkel, Brechungsgesetze usw.) sowohl inhaltlich als auch sprachlich verzichtet, da es zum einen den Entwicklungsstand der meisten Kinder überfordern würde (Kindorientierung), zum anderen für die Erschließung des Phänomens in der Alltagswelt der Kinder nicht notwendig erscheint (Sachorientierung). Auch besteht sonst möglicherweise die Gefahr, dass den Kindern unverstandene oder halbverstandene Fachbegriffe übergestülpt werden, die nicht unbedingt anschlussfähig sind. Stattdessen wird anhand verschiedener Versuche mit Licht und Glas beziehungsweise Wasser versucht, die zugrunde liegenden physikalischen Gegebenheiten herauskristallisieren:

- Licht besteht aus verschiedenen Farben.
- Wasser kann Licht in seine verschiedenen Farben zerlegen.

Beides zusammen stellt eine kindgemäße und sachgerechte Erklärung des Regenbogens dar. Insofern wird eine didaktische Reduktion des Sachverhaltes durch das Prinzip des Exemplarischen und somit auch durch das des Fundamentalen und das des Elementaren vorgenommen: Der Regenbogen als ein Beispiel für die Brechung des Lichts an Wasser und Vereinfachung der physikalischen Beschreibung der Lichtbrechung an Wasser durch eine kindgemäße Sprache.
Neben den durchgängigen Lernzielen sowie der fachlich und überfachlich ausgerichteten Arbeitsweisen aus dem Fachprofil Heimat- und Sachunterricht, von denen insbesondere das Herstellen von Zusammenhängen (wenn – dann) sowie das Betrachten, Beobachten, Vergleichen und Auswerten von Versuchen wichtig erscheinen, ergeben sich für die vorgestellte Unterrichtseinheit folgende Ziele bezüglich der Kompetenzentwicklung:

Grobziel: Schülerinnen und Schüler untersuchen die Ausbreitung des Lichts, um seine Zusammensetzung und seine Veränderung beim Eintritt in Wasser herauszufinden und zu kennen.

1. Feinziel: Schülerinnen und Schüler wissen, dass Licht aus verschiedenen Farben (rot, orange, gelb, grün, blau) besteht.
2. Feinziel: Schülerinnen und Schüler wissen, dass Wasser Licht bricht (zerlegt).
3. Feinziel: Schülerinnen und Schüler wissen, dass dann, wenn Licht auf Wasser fällt, ein Regenbogen entstehen kann.
4. Feinziel: Schülerinnen und Schüler erfahren Freude an der Auseinandersetzung mit physikalischen Phänomenen.

Darüber hinaus lassen die Lehrpläne in allen Bundesländern so viel Spielraum, dass interessante Querverbindungen herstellbar sind, zum Beispiel zum Deutsch-, Mathematik-, Religions- und Kunstunterricht.

4 Unterrichtsverlauf

Der Einstieg in die Stunde erfolgte über ein Bild von einem Regenbogen, um die Faszination des Regenbogens ins Klassenzimmer zu bringen. Meditative Musik, ein abgedunkeltes Zimmer und eine Projektion mit einem Beamer erwiesen sich hierfür als geeignete Medien. Nach einer ersten Betrachtungs- und Reflexionsphase, in der die Kinder in sich gekehrt Eindrücke sammelten und diese dann mitteilten, wurde das Gedicht »Ein Regenbogen« von JOSEF GUGGENMOS vorgetragen, allerdings nur bis zur zweiten Strophe:

Ein Regenbogen,
komm und schau;
rot und orange,
gelb, gründ und blau.

So herrliche Farben
kann keiner bezahlen,
sie über den halben
Himmel zu malen.

Die darin gestellte Frage wurde sogleich als Problemaufriss genutzt und an die Kinder weitergegeben. Die Zielangabe »Wie entsteht ein Regenbogen?« wurde daraufhin an die Tafel geschrieben.

In der Erarbeitungsphase wurden zunächst Vermutungen der Kinder festgehalten. Interessanterweise kamen viele Erklärungsansätze, wobei die beiden zuvor angeführten Möglichkeiten auch genannt wurden, grundsätzlich aber eine Breite der Kenntnisse festzustellen war. Während manche Kinder aufgrund ihrer Vorerfahrungen Antworten wussten, hatten andere Kindern nahezu keine physikalischen Vorstellungen. Hier gilt es, beiden Schülergruppen gerecht zu werden. Beispielsweise können die Kinder mit viel Vorerfahrung damit konfrontiert werden, dass sie nur Behauptungen aufstellen, wir aber nach Beweisen suchen. Die Vermutungen der Kinder mit weniger Vorerfahrungen können auf diese Weise ebenfalls aufgegriffen werden.

Im weiteren Verlauf der Stunde wurden verschiedene Versuche in relativer Eigenständigkeit der Kinder durchgeführt. Lediglich Materialien und Versuchsskizzen dienten als Hilfsmittel. Die folgenden Versuche erschienen hilfreich, um offen zu legen und zu erklären, dass Licht aus unterschiedlichen Farben besteht und durch das Wasser in seine Bestandteile zerlegt wird (siehe auch BICHLER et al., 2003).

Versuch 1:
Du benötigst einen Objektträger, Wasser und ein beschriebenes Blatt Papier. Setze einen Tropfen Wasser auf das Glas und schaue die Buchstaben durch den Wassertropfen an!

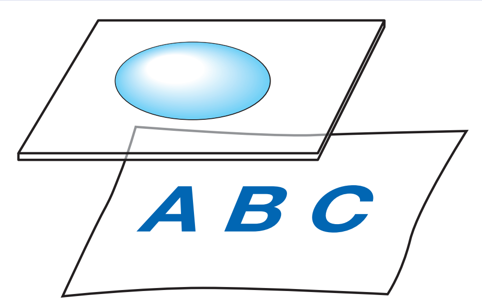


Abb. 1 Wasserlupe

Hinweis: Die Kinder sollen versuchen, durch den Tropfen einen Text zu lesen (Abb. 1). Die Buchstaben werden größer erscheinen. Der Tropfen wirkt folglich wie eine Lupe.

Versuch 2:
Du benötigst ein mit Wasser gefülltes Glas und einen Bleistift. Halte einen Bleistift gerade in das mit Wasser gefüllte Glas! Schau zunächst von der Seite und anschließend von schräg oben durch das Glas auf den Bleistift! (Abb. 2a, 2b).

Hinweis: Der Bleistift erscheint bei seitlicher Betrachtung gerade (2a), blickt man von schräg oben auf die Wasserfläche, erscheint er geknickt (2b). Die Lichtstrahlen, die vom Bleistift kommen, werden vom Wasser gebrochen.

Versuch 3:
Du benötigst ein leeres Glas, ein mit Wasser gefülltes Glas und eine Münze (Abb. 3a). Stelle zuerst das leere Glas auf eine Münze! Stelle dann das mit Wasser gefüllte Glas auf die Münze! Was siehst du, wenn du von der Seite auf das Glas schaust?

Hinweis: Die Kinder sollen von der Seite – nicht von oben – auf die Gläser schauen und werden im Fall des leeren Glases die Münze sehen können, während im Fall des vollen Glases die Münze verschwindet (Abb. 3b). Dies ist Folge der Lichtbrechung durch das Wasser.

Versuch 4:
Du benötigst eine Taschenlampe, ein Prisma und ein weißes Blatt Papier. Beleuchte das Prisma mit einer Taschenlampe. Halte gegenüber ein weißes Blatt Papier hoch! Bewege die Taschenlampe langsam vor und zurück!

Hinweis: Wenn es den Kindern gelingt, den richtigen Winkel zum Prisma herzustellen, dann können sie auf dem weißen Blatt Papier einen Regenbogen erkennen. Dieser entsteht, weil das Prisma Licht bricht und es in seine Farben zerlegt.

Abb. 2a

Abb. 2b

Abb. 2 Geknickter Bleistift

Abb. 3a

Abb. 3b

Abb. 3 Verschwundene Münze

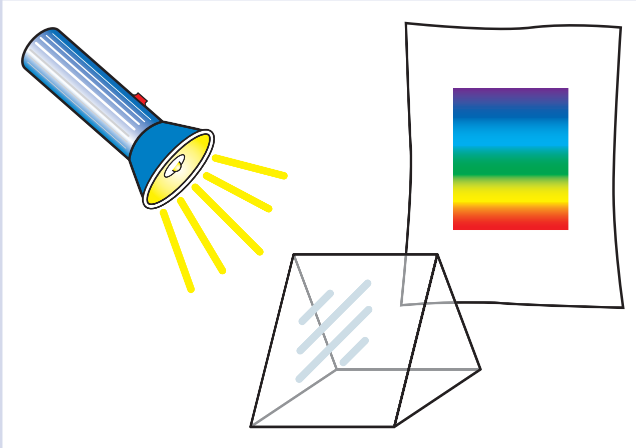


Abb. 4 Regenbogen

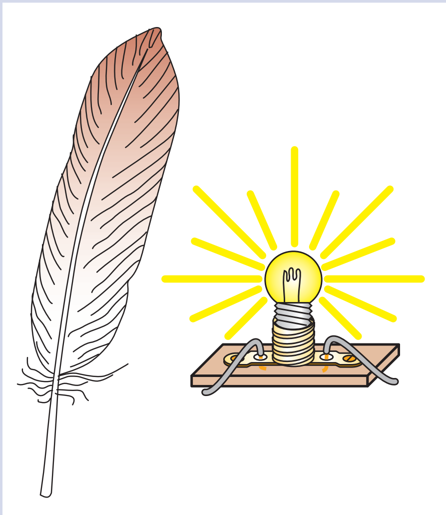


Abb. 5 Regenbogen-Stern

Versuch 5:
Du benötigst eine Vogelfeder und ein Lämpchen. Halte die Feder vor dein Auge und blicke in das Lämpchen!

Hinweis: Bei der Betrachtung des Lämpchens durch die Feder (Abb. 5) wird dieses zwar vollständig verdeckt. Da bei der Feder aber kleine Zwischenräume vorhanden sind, wird das Licht gebrochen und in seine Farben zerlegt. Das Licht schimmert deshalb in Gestalt eines regenbogenfarbigen Sterns durch die Feder.

Es bot sich bei der unterrichtlichen Realisierung an, Gruppen zu bilden und die Versuche aufzuteilen. Die Kinder sollten zu jedem ihrer Versuche ebenfalls eine Vermutung und die Beobachtung notieren.

Nach einer gemeinsamen Vorstellungsrunde und dem Festhalten der Versuche an der Tafel wurde gemeinsam mit den Kindern überlegt, was wir aus den Versuchen folgern können.
1. »Wasser bricht Licht.«
2. »Licht besteht aus verschiedenen Farben.«
3. »Durch Brechung kann man diese Farben sichtbar machen.«

Es liegt auf der Hand, dass aus begrifflicher Sicht Hilfestellung gegeben werden muss, handelt es sich bei dem Wort »Brechung« um einen physikalischen Fachterminus. Ein interessanter Lehrerversuch kann an dieser Stelle ergänzt werden. Stellt man nämlich ein halbvolles Wasserglas auf einen angeschalteten Overheadprojektor und kippt es leicht, ist an der Decke ein Regenbogen zu sehen. Dazu muss der Raum etwas abgedunkelt werden.

Der Ausklang der Stunde beinhaltete zunächst eine Sicherungsphase, in der mithilfe eines mündlichen und schriftlichen Rätsels, die wichtigsten Informationen nochmals gesichert und ihre Kenntnis überprüft wurde. Ein weitere Schwerpunkt lag auf der Verknüpfung mit der Ausgangssituation: Erneut wurde das Klassenzimmer verdunkelt, ein Regenbogenbild an die Wand projiziert und das Gedicht von JOSEF GUGGENMOS aufgegriffen. Gespannt lauschten die Kinder der letzten Strophe, die vor allem für nachfolgende Stunden Anlass zum Gespräch gab:

Ihn malte die Sonne
mit goldener Hand
auf eine wandernde
Regenwand.

Rückblickend zeigt sich, dass als methodisches Raster die Schritte »Problemstellung«, »Vermutungsaufstellung«, »Versuchsaufbau«, »Versuchsdurchführung«, »Versuchsergebnis« und »Vermutungsüberprüfung« dienten, womit einem naturwissenschaftlichen Vorgehen Rechnung getragen werden kann.

5 Entzauberung des Regenbogens?

Für Kinder wurde das Rätsel des Regenbogens gelüftet, die Sache wurde erschlossen. Damit ist aber sicherlich nicht die Faszination des Regenbogens verloren gegangen. Denn, wie mithilfe des Gedichtes deutlich zu machen versucht wurde: Auch wenn wir Menschen bestimmte Phänomene erklären und verstehen können, die letzten Fragen bleiben dennoch bestehen, ja gewinnen dadurch erst ihre tiefere Bedeutung.
Abschließend seien einige Fragen genannt, die auch mit den Kindern aufgegriffen und zum Beispiel mit philosophisch-sokratischen Ansätzen behandelt wurden: Hat der Regenbogen einen tieferen Sinn? Wer bin ich, dass ich den Regenbogen sehen kann? Und wer bin ich, dass mich der Regenbogen fasziniert? Die Entzauberung des Regenbogens führt folglich nicht zur Entzauberung der Welt (siehe DAWKINS, 2002). Ganz im Gegenteil: Der Unterricht hatte seinen Ausgangspunkt bei einem »ergriffenen Ergreifen«, wie es MARTIN WAGENSCHEIN (WAGENSCHEIN, 1999) nennt, und sein Ziel in einem »ergriffenen Begreifen«. Der Regenbogen erfährt dadurch eine tiefere Bedeutung, einen lebensbejahenden Zauber. Die Klärung eines Naturphänomens wirft viele weitere Fragen auf.

Literatur

BICHLER, S., HÖGLINGER-WINTER, S. & JUBELIUS, D. (2003). *Sachunterricht im 3. Schuljahr.* München: Oldenbourg Schulbuchverlag.

DAWKINS, R. (2002). *Der entzauberte Regenbogen.* Hamburg: Rowohlt-Verlag.

WAGENSCHEIN, M. (1999). *Verstehen lehren.* Weinheim: Beltz-Verlag.

KLAUS ZIERER, Jahrgang 1976, 1. und 2. Staatsexamen, Promotion zum Dr. phil 2003, Habilitation 2009, fünf Jahre Grundschullehrer und derzeit wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik der Ludwig-Maximilians-Universität München, Leopoldstraße 13, 80802 München, klaus.zierer@web.de.

Zur Diskussion gestellt

»Mathe?! – Ich bin doch ein Mädchen!«

Alters- und Geschlechtsunterschiede im mathematischen Selbstkonzept – Teil 1

SUSANNE ROSSNER

Mädchen und Mathematik scheinen unvereinbar. Ist es denn wirklich so, dass Mädchen dieses Vorurteil auch in ihre eigenen Vorstellungen, ihr Selbstkonzept, aufnehmen? Oder kann man in der heutigen Zeit keine Unterschiede mehr zwischen Mädchen und Jungen in Bezug auf ihre Selbsteinschätzung in Mathematik auffinden? Verändert sich die Einstellung mit zunehmendem Alter? Diese spannenden Fragen möchte eine erste Untersuchung mit Grundschul- und Sekundarstufenschülerinnen und -schülern in den Blick nehmen.

1 Mathematik »Männersache«?

Pythagoras und Euklid, Adam Riese, Jakob und Johann Bernulli, Isaac Newton, Carl F. Gauß, Pierre S. Laplace und Albert Einstein … Die Liste der berühmten Mathematiker ist lang. Doch scheint die Wissenschaft der Mathematik von der Antike bis zum 20. Jahrhundert einer »Männerdomäne« zu gleichen. Wo sind die Namen der bedeutenden Ma-

 MNU PRIMAR 1/4 (15.10.2009) Seiten 150–154, ISSN 1867-9439,

thematikerinnen? Wer kennt schon Sofia Kovalevskaya? Steckt hinter dem weit verbreiteten Rollenklischee »Mädchen können doch sowieso kein Mathe« etwa doch die Wahrheit? Wie sieht die Situation heute aus? Haben sich die Geschlechterrollen verändert? Oder ist und bleibt das Fachgebiet der Mathematik »Männersache«?

Bei der Betrachtung statistischer Daten wird schnell klar, dass Mädchen in diesem Bereich auch heute noch stark unterrepräsentiert sind (BEERMANN, HELLER & MENACHER 1992). An den mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasien beispielsweise übertrifft die Anzahl der männlichen Abiturienten die der weiblichen um das Doppelte. Und auch die Wahl der Leistungsfächer spiegelt diesen Trend: Ergebnisse der dritten TIMS-Studie zeigen, dass 46 % der Jungen aber nur 26 % der Mädchen einen Leistungskurs im Fach Mathematik besuchen (STANAT & KUNTER 2003).

Bei der Betrachtung dieser Zahlen stellt sich die Frage, aus welchen Gründen sich Mädchen schon relativ frühzeitig aus der Mathematik – die eine wichtige Grundlage für das Verständnis naturwissenschaftlich-technischer Sachverhalte darstellt – zurückziehen. Die im Folgenden vorgestellte Untersuchung, die im Rahmen einer Forschungsarbeit an der Universität Bamberg durchgeführt wurde, versucht, eben dieser Frage ein Stück weit auf den Grund zu gehen (ROSSNER 2008).

2 Spurensuche – Warum wagen sich Mädchen nicht an die Mathematik?

In der psychologischen und pädagogischen Fachliteratur wird seit Langem diskutiert, welche potentiellen Gründe hinter der Distanzierung der weiblichen Schüler vom Fachbereich Mathematik liegen könnten.

Als eine mögliche Ursache werden immer wieder Unterschiede in den kognitiven Kompetenzen zwischen den Geschlechtern diskutiert. Vergleiche des intellektuellen Leistungsvermögens männlicher und weiblicher Probanden durch unterschiedliche Testmethoden können jedoch zusammenfassend keine statistisch bedeutsamen Differenzen nachweisen (z. B. TIEDEMANN & FABER 1995, PRÜCHER 2002). Zudem konnten verschiedene Autoren in den letzten 20 Jahren eine deutliche Tendenz zum Abbau geschlechtsspezifischer Kompetenzunterschiede im mathematischen Bereich aufzeigen (z. B. HELLMICH 2005, STERN 1998).

Alternativ kann vermutet werden, dass die deutliche Distanzierung der Mädchen gegenüber dem gesamten Komplex der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer vor allem »eine Frage des Glaubens« an die eigenen Fähigkeiten ist – denn in der Pädagogischen Psychologie herrscht Einigkeit darüber, dass die Tatsache, wie hoch ein Mensch sein Können einschätzt, von enormer Bedeutung für dessen Lern- und Leistungsverhalten und damit letztendlich für seinen Erfolg und sein Interesse auf diesem Gebiet ist. Liegt die Ursache der weiblichen Distanzierung somit vielleicht gar nicht in ihrer tatsächlichen Leistung in diesem Bereich, sondern in der Einschätzung ihrer Fähigkeiten, in ihrem Selbstkonzept?

3 Das Selbstkonzept

Das Selbstkonzept (SK) eines Menschen versteht sich gemäß MOSCHNER & DICKHÄUSER (2006) als das Wissen einer Person über sich selbst. Die pädagogisch-psychologische Selbstkonzeptforschung beschäftigt sich dabei vor allem mit jenem Teilbereich des Selbstkonzepts, den man als schulisches Selbstkonzept oder auch Fähigkeitsselbstkonzept (FSK) bezeichnet. Nach MEYER (1984) lässt sich dieses als die Gesamtheit der wahrgenommenen eigenen Begabungen und Kompetenzen in Leistungssituationen definieren. Dabei können sich die eigenen Fähigkeiten auf sehr unterschiedliche Gebiete beziehen. Man erlebt sich zum Beispiel als guter Fußballspieler und Läufer, meint aber gleichzeitig, nur sehr geringe naturwissenschaftliche Fähigkeiten zu besitzen. Oder man hält sich für sehr geschickt im Umgang mit anderen Menschen, zugleich glaubt man aber, kein Talent im musischen Bereich zu haben.

Für die vorgestellte Untersuchung wurde der Schwerpunkt auf das mathematikbezogene FSK als integraler Bestandteil des Selbstkonzeptes von Lernenden gesetzt. In Analogie zum allgemeinen FSK repräsentiert das Konzept der eigenen Fähigkeiten im Fach Mathematik auf subjektiv bedeutsame Weise die von einer Person wahrgenommenen Bewältigungsmöglichkeiten gegenüber den täglichen Anforderungen des Unterrichts. Diese Einschätzung der individuellen Fähigkeiten ist von besonderer Bedeutsamkeit für das Erleben und Verhalten von Schülerinnen und Schülern. Während die Wahrnehmung mangelnder Begabung und Kompetenzen zu einer Beeinträchtigung des Selbstwertgefühls und einem Nachlass an Anstrengung oder gar zur Aufgabe einer Tätigkeit führen kann, führt eine positive Selbsteinschätzung dazu, dass vermehrt herausfordernde Aufgaben begonnen werden und bei auftretenden Schwierigkeiten weniger schnell aufgegeben wird.
Insgesamt gilt es als empirisch abgesichert, dass dabei die Geschlechter eine unterschiedliche Einstellung zur eigenen Leistungsfähigkeit in Mathematik aufweisen. Über verschiedene Personenstichproben, Untersuchungspläne und Erhebungsmethoden hinweg lässt sich die Tendenz beobachten, dass es immer wieder die Jungen sind, die ein vergleichsweise positiveres Selbstkonzept mathematischer Fähigkeiten bekunden (z. B. BAUMERT & LEHMANN 1997, HELMKE 1998, RUSTMEYER & JUBEL 1996).

Zudem konnte durch unterschiedlichste Studien nachgewiesen werden, dass die individuellen Leistungseinschätzung und die objektiven Leistungen im Fach Mathematik in enger, wechselseitiger Beziehung stehen (Zusammenhangswerte von $r = .35$ bis $r = .52$, z. B. HELMKE 1997, HELLMICH 2005). Es zeigt sich ein positiver Zusammenhang dahingehend, dass ein vergleichsweise hohes SK der mathematischen Fähigkeiten auch mit guten Mathematikleistungen einhergeht und umgekehrt.
Aufgrund des enormen Einflusses des mathematikbezogenen FSK auf die Bewältigung schulischer Anforderungen hat es sich die hier vorgestellte Untersuchung zum Ziel gemacht, einen möglichst detaillierten und umfangreichen Einblick in die individuelle Ausprägung des mathematischen FSK von Jungen und Mädchen verschiedener Jahrgangsstufen zu gewinnen. Unter anderem sollte den Fragen nachgegangen werden, ob Mädchen im Vergleich zu ihren Klassenkameraden sowohl in der Grundschule als auch in der Sekundarstufe I tatsächlich ein niedrigeres FSK im Fach Mathematik aufweisen und ob sich der vermutete Unterschied im mathematischen FSK zugunsten der Jungen im Laufe der Schulzeit verstärkt.

4 Methodisches Vorgehen

Die Erhebung der individuellen Leistungseinschätzung erfolgte durch einen neu konzipierten Fragebogen, der zu differenzierten Erfassung des FSK im Fach Mathematik auf verschiedenen Alterstufen eingesetzt werden kann. Anhand von 20 Items werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, ihre Fähigkeiten in den Bereichen »Mathematik allgemein«, »Geometrie«, »Algebra« und »Sachbezogene Mathematik« auf einer vierstufigen Skala einzuschätzen. (Die Entwicklung des Fragebogens wird ausführlich im zweiten Teil des Beitrags im nächsten Heft vorgestellt.)

Als Untersuchungsstichprobe wurden Schülerinnen und Schüler der dritten und siebten Jahrgangsstufe gewählt. Die Datenerhebung fand jeweils im Dezember des Schuljahres 2007/2008 im Klassenverband statt. Insgesamt nahmen 49 Grundschulkinder (25 Mädchen, 24 Jungen, Durchschnittsalter 8,3 Jahre) sowie 41 Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Unterstufe (27 Mädchen, 14 Jungen, Durchschnittsalter 12,5 Jahre) an der Befragung teil.

Nach einer kurzen Instruktion wurden sie gebeten, sich mit dem Untersuchungsinventarium vertraut zu machen. Anschließend bearbeiteten sie in einem Zeitrahmen von etwa 20 Minuten den jeweiligen Fragebogen. Bei der Auswertung ergaben sich Werte zwischen 0 und 60 Punkten, wobei ein hoher Gesamtscore einem hohen Wert im mathematischen FSK entspricht, während ein niedriger Gesamtwert eine geringe Ausprägung des Glaubens an die eigene mathematischen Fähigkeiten impliziert.

5 Erste Ergebnisse

Bei der Ergebnisanalyse werden zur Erfassung möglicher Zusammenhänge zwischen Geschlecht und mathematischem SK Rangkorrelationen nach Spearman berechnet. Mit Hilfe dieses statistischen Verfahrens lassen sich Beziehungen zwischen verschiedenen Merkmalen (hier: Geschlecht und Einschätzung der mathematischen Fähigkeiten) ermitteln. Eine Korrelation kann dabei einen Wert zwischen -1 und $+1$ annehmen, wobei ein Wert von $+1$ (bzw. -1) einen vollständigen positiven (bzw. negativen) Zusammenhang zwischen den jeweiligen Merkmalen impliziert während ein Wert von 0 anzeigt, dass die jeweiligen Merkmale in keinem Zusammenhang zueinander stehen.
Der Vergleich zwischen den einzelnen Schülergruppen erfolgt mittels des nichtparametrischen U-Tests nach Mann und Whitney. Mit Hilfe dieses Verfahrens lässt sich überprüfen, ob zwischen zwei bestehende Personenstichproben, beispielsweise zwischen Mädchen und Jungen oder zwischen Grundschulkindern und Jugendlichen, signifikante Unterschiede im Hinblick auf das Merkmal »Selbstkonzept im Fach Mathematik« bestehen.
Als Signifikanzniveau wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0{,}01$ festgelegt, d. h., dass nur jene Ergebnisse als bedeutsam gewertet werden, bei denen die Wahrscheinlichkeit, dass sie schlicht durch einen Zufall zustande gekommen sind, bei weniger als einem Prozent liegt.
Um einen ersten Überblick über die erzielten Gesamtwerte der Schülerinnen und Schüler der unterschiedlichen Alters- und Klassenstufen zu gewinnen, wurden die Mittelwerte (Median) verglichen. Bei einem möglichen Gesamtwert von bis zu 60 Punkten zeigte sich, dass die Ausprägung des in der Mitte liegenden Falles der jeweiligen Stichprobe sowohl alters- als auch geschlechtsabhängig zu sein scheint (vgl. Tabelle 1).

5.1 Alterstypische Unterschiede im mathematischen SK

Während in der dritten Klasse die Hälfte aller Probanden einen Punktwert über 48 erzielte, erreichten in der siebten Klasse 50 % der Jugendlichen nur 37 oder weniger Punkte. Dieser Unterschied im Allgemeinen mathematischen FSK zwischen allen befragten Kindern und Jugendlichen der beiden gewählten Altersstufen erweist sich als hochsignifikant ($p < 0{,}001$), d. h. die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt bei weniger als 0,1 %.
Auch die bei einer getrennten Betrachtung der Geschlechter zu erkennende Abnahme des mathematischen SK, die durch eine Differenz von jeweils 10 Punkten in den Medianwerten zwischen Grundschule und gymnasialer Unterstufe deutlich wird, erweist sich sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen als bedeutsamer Unterschied.
Des Weiteren zeigen sich auch hinsichtlich der Spannweite deutliche Differenzen. Während die Werte der Grundschul-Erhebung zwischen 28 und 60 Punkten variieren, verteilen sich jene der Sekundarstufe zwischen einem Minimum von 16 und einem Maximum von 55 Punkten. Während also in der Grundschule die Ergebnisse noch verhältnismäßig eng beieinander liegen, ergeben sich in der Sekundarstufe offensichtlich mehr Varianzen.
Die individuelle Beurteilung der eigenen Leistungen im Fach Mathematik scheint folglich im Laufe der Schulzeit abzusinken, sowie differenzierter und heterogener zu werden.

5.2 Geschlechtsspezifische Unterschiede im mathematischen SK

Bei der Analyse potentieller Geschlechtsunterschiede fällt auf, dass Mädchen auf beiden Altersstufen einen im Schnitt niedrigeren Gesamtwert aufweisen als ihre männlichen Klassenkameraden. Während die Jungen in der Grundschule einen Median von 51,5 Punkten aufweisen, liegt dieser bei den Mädchen bei nur 44,0 Punkten. In der Sekundarstufe erreichen die Schülerinnen einen Median von 34,0 Punkten, die Hälfte aller männlichen Probanden erzielt dagegen einen Gesamtwert von 41,5 oder mehr Punkten. Allerdings zeigt sich, dass, während, sich die Geschlechtsdifferenzen im Grundschulalter noch als höchst signifikant erweisen, in der Sekundarstufe nicht mehr von einem überzufälligen Unterschied zwischen Schülerinnen und Schülern ausgegangen werden kann.
Und auch die Berechnung der Rangkorrelationen ergibt, dass der Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Einschätzung mathematischer Leistungen zugunsten der männlichen Probanden in der

	Grundschule	Sekundarstufe
Mädchen	44	34
Jungen	51,5	41,5
gesamt	48	37

Tab. 1 Vergleich der Mittelwerte im erreichten Gesamtwert des mathematischen FSK.

Sekundarstufe weniger ausgeprägt zu sein scheint ($r = .403$) als dies in der dritten Jahrgangsstufe der Fall ist ($r = .491$, $p < 0{,}01$).
Die vorliegenden Befunde können somit die Annahme, Mädchen wiesen auf allen Klassen- und Altersstufen im Vergleich zu ihren Klassenkameraden ein schlechteres FSK auf, nicht bestätigen. Der Unterschied im mathematischen SK zugunsten der Jungen konnte entgegen der Erwartung nur für Schülerinnen und Schüler der dritten Klasse bestätigt werden – im Alter von 11 bis 13 Jahren zeigt sich dagegen nur eine dahingehende Tendenz. In Anbetracht dieser Ergebnisse kann nicht von einer Verstärkung geschlechtsspezifischer Unterschiede im mathematischen SK im Laufe der Schulzeit ausgegangen werden. Der Zusammenhang zwischen der Einschätzung der individuellen Fähigkeiten im Fach Mathematik und dem Geschlecht scheint – zumindest im Vergleich der dritten Grundschulklasse mit der gymnasialen Unterstufe – eher abzunehmen.

6 Es bleibt noch viel zu tun …

Die dargestellten Ergebnisse lassen einige Fragen offen, werfen neue Fragen auf und geben somit Anlass zu weiteren Forschungsarbeiten.

6.1 Mädchenschulen

Beispielsweise empfiehlt es sich, zusätzlich Erhebungen an Mädchenschulen vorzunehmen. Schätzen Mädchen, die im Fach Mathematik getrenntgeschlechtlich unterrichtet werden, ihre Leistungen ebenso ein, wie es die Schülerinnen koedukativer Schulen tun? Oder weisen sie vielleicht ein höheres mathematikbezogenes SK auf, da in ihre Selbsteinschätzung stereotype Denkweisen über das »Jungenfach Mathematik« weniger zum Tragen kommen als bei ihren Altersgenossinnen? Die Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen könnte interessante Denkanstöße für die wichtige Aufgabe, Mädchen in ihrem mathematischen Selbstbewusstsein zu stärken, liefern.

6.2 Mathematikleistung und SK

Für potentielle Folgestudien sollten außerdem verschiedene Möglichkeiten in Betracht gezogen werden, zusätzlich zum mathematischen FSK der Kinder und Jugendlichen auch ihre Leistungen auf diesem Gebiet zu erheben. Gerade für die Erforschung möglicher Geschlechtsunterschiede könnte ein Vergleich zwischen den tatsächlichen Mathematikleistungen und der persönlichen Einschätzung der eigenen Kompetenzen aufschlussreich sein. Zudem scheint das Wissen, ob es sich bei den Defiziten der Mädchen um einen tatsächlichen Leistungsrückstand gegenüber ihren Klassenkameraden oder um eine rein subjektive Unterschätzung ihrer Fähigkeiten handelt, für eine gezielte Förderung und Unterstützung der Mädchen im Mathematikunterricht unabdingbar.

Eine spannende Frage wäre außerdem, ob die zunehmende Heterogenität der Selbsteinschätzung mathematischer Kompetenzen im Laufe der Schuljahre mit einer tatsächlichen Erhöhung der Leistungsspanne einhergeht, oder ob die bei den befragten Drittklässlern vergleichsweise eng beieinander liegenden Ergebnisse beispielsweise in der generellen Überschätzung der eigenen Fähigkeiten im Grundschulalter begründet liegen.
Durch die Erhebung der tatsächlichen Mathematikleistungen ließe sich zudem überprüfen, ob gerade die für die Befragung ausgewählten Mädchen der dritten Klasse geringere Leistungen im Fach Mathematik zeigen bzw. ob sich unter den jugendlichen Probanden tatsächlich überzufällig viele leistungsstarke Mädchen befinden, die dementsprechend auch eine selbstsichere Einschätzung ihrer Fähigkeiten bekunden.

6.3 Verschiedene Schularten

In weiteren Untersuchungen wäre zudem zu prüfen, ob die hier gewonnenen Ergebnisse, abhängig von der gewählten Stichprobe, als schul- oder schulartspezifisch angesehen werden können bzw. müssen, oder ob sie den allgemeinen Trend einer Abnahme der geschlechtsspezifischen Unterschiede im mathematischen SK im Laufe der Schulzeit repräsentieren.
Eine mögliche Erklärung für die erwartungswidrigen Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung wäre, dass Mädchen, die ein Gymnasium besuchen, generell mehr Vertrauen in ihre eigenen Leistungen – und folglich auch in ihre Fähigkeiten, Kenntnisse und Kompetenzen im Fach Mathematik – aufweisen und somit geschlechtsspezifische Unterschiede im mathematischen SK weniger prägnant ausfallen als bei Schülerinnen und Schülern an Haupt- oder Realschulen.

6.4 Genderverständnis

Eine weitere potentielle Erklärung wäre, dass jüngere Kinder im Alter von etwa 8 Jahre noch mehr stereotype Vorurteile – wie etwa die weitverbreitete Annahme, Mathematik sei ein Jungenfach, in dem Mädchen prinzipiell mehr Schwierigkeiten hätten – in ihrem Selbstbild verarbeiten, das SK im Laufe der Schulzeit bzw. des Lebens jedoch zunehmend realistischer wird und sich weniger an den geschlechtsspezifischen Stereotypen orientiert.
Möglicherweise kann aber auch – und dies wäre wünschenswert – tatsächlich von einer generellen Abnahme der an den Geschlechterrollen orientierten Einschätzung mathematischer Fähigkeiten ausgegangen werden. Vorstellbarer Grund hierfür wäre, dass die großangelegten intra- und internationalen Vergleichsstudien, deren Ergebnissen in den letzten Jahren große Beachtung geschenkt wurde, das Bewusstsein der Lehrerschaft geschärft und ihre Aufmerksamkeit auf die selbstabwertende und leistungsmindernde Unterschätzung der weiblichen Schüler im Fachbereich Mathematik gelenkt haben. Möglicherweise widmen sich Lehrkräfte heute bewusster der Aufgabe, Mädchen in ihren subjektiven Fähigkeitsbildern zu stärken und ihr Interesse und Engagement für Mathematik zu fördern.

7 Ausblick

Bedenkt man den enormen Einfluss der individuellen Selbsteinschätzung auf Lern- und Leistungsverhalten sollte insgesamt dem Aufbau und der Stabilisierung positiver leistungsbezogener SK von Schülerinnen und Schülern im Kontext Schule stets eine besondere Bedeutung geschenkt werden. Die Stärkung der Selbstzuversicht der Mädchen und jungen Frauen, sowie die Förderung ihres Interesses und einer positiven Einstellung zum Unterrichtsgegenstand Mathematik sollte Ziel einer jeden Lehrkraft sein. Denn es gilt als einer der entwicklungspsychologischen Leitgedanken schlechthin, dass gerade diese neben den eigenen Mitschülerinnen und -schülern als tägliche Interaktionspartner einen überragenden Einfluss auf die Selbstwahrnehmung eines Kindes haben.

Um die Entwicklung einer negativen Einstellung von Schülerinnen zur Mathematik und den Naturwissenschaften zu verhindern, muss bei der Bekämpfung ihrer pessimistischen Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit angesetzt werden. Neben der Vermittlung objektiver Kompetenzen fällt den schulischen Fachkräften somit vor allem die Aufgabe zu, Mädchen in ihren subjektiven Fähigkeitsbildern in diesem Bereich zu stärken und so ihr Interesse und Engagement für Mathematik und Naturwissenschaften zu fördern. Der Gestaltung des Unterrichts kommt dabei eine entscheidende Rolle zu, denn die Variation von Schwierigkeitsgrad, Anschaulichkeit, Verständlichkeit, Materialen, Sitzordnung, Lernangebote usw. ermöglicht es den Lehrkräften, Einfluss auf das Fähigkeitserleben der Mädchen und Jungen zu nehmen.

Es ist wichtig, sich der auch heute noch gängigen Vorurteile, Mädchen hätten keine Begabung für Mathematik und Jungen seien auf diesem Gebiet das »stärkere Geschlecht«, bewusst zu werden und diese zu überwinden. Um einer, aufgrund ihres mangelnden Selbstvertrauens in die eigene Leistung erfolgende, frühzeitige Distanzierung der Schülerinnen von den naturwissenschaftlichen Fachgebieten vorzubeugen, ist es Aufgabe und Pflicht der Pädagoginnen und Pädagogen, Unterricht und Lehre so zu gestalten, dass sich Mädchen ihrer mathematischen Kompetenzen bewusst werden, Erfolge zu erleben und die tief verankerten Geschlechtsstereotype über die »Männerdomäne Mathematik« zu überwinden. Nur auf diesem Weg scheint es möglich, dass sich in den kommenden 2000 Jahren vermehrt auch Vertreterinnen des weiblichen Geschlechts in die Riege der berühmten Mathematiker einreihen.
Eine Möglichkeit, dem Selbstkonzept der Kinder der eigenen Klasse nachzuspüren, wäre der Einsatz des hier genutzten Fragebogens. Dieser wird detailliert im zweiten Teil dieses Beitrags im Folgeheft dargestellt.

Literatur

BAUMERT, J. & LEHMANN, R. (1997). *TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde.* Opladen: Leske + Budrich.

BEERMAN, L., HELLER, K. A. & MENACHER, P. (1992). *Mathe: nichts für Mädchen? Begabung und Geschlecht am Beispiel von Mathematik, Naturwissenschaft und Technik.* Bern: Hans Huber.

HELLMICH, F. (2005). *Interessen, Selbstkonzepte und Kompetenzen. Untersuchungen zum Lernen von Mathematik bei Grundschulkindern.* Oldenburg: Didaktisches Zentrum.

HELMKE, A. (1997). Individuelle Bedingungsfaktoren der Schulleistung: Ergebnisse aus dem SCHOLASTIK-Projekt. In: F. E. WEINERT & A. HELMKE (Hrsg.), *Entwicklung im Grundschulalter.* Weinheim: Psychologie Verlags Union, 203–221.

HELMKE, A. (1998). Vom Optimisten zum Realisten? Zur Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes vom Kindergarten bis zur 6. Klassenstufe. In F. E. WEINERT (Hrsg.), *Entwicklung im Kindesalter.* Weinheim: Psychologie Verlags Union, 115–132.

MEYER, W.-U. (1984). *Das Konzept von der eigenen Begabung.* Bern: Hans Huber.

MOSCHNER, B. & DICKHÄUSER, O. (2006). Selbstkonzept. In: D. H. ROST (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (3. Aufl.) Weinheim: Beltz, 685–692.

PRÜCHER, F. (2002). *Selbstkonzepte von Grundschulkindern: eine empirische Untersuchung über das Selbstkonzept sozialer Integration und das Selbstkonzept allgemeiner Fähigkeiten von Kindern der ersten Grundschulklasse.* Osnabrück: Der andere Verlag.

ROSSNER, S. (2008). *»Mathe?! – Ich bin doch ein Mädchen!« – Entwicklung und Erprobung eines Fragebogens zur differenzierten Erfassung potentieller Alters- und Geschlechtsunterschiede im mathematischen Selbstkonzept.* Zulassungsarbeit, Universität Bamberg

RUSTMEYER, R. & JUBEL, A. (1996). Geschlechtsspezifische Unterschiede im Unterrichtsfach Mathematik hinsichtlich der Fähigkeitseinschätzung, Leistungserwartung, Attribution sowie im Lernaufwand und im Interesse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* **10** (1), 13–25.

STANAT P. & KUNTER M. (2003). Kompetenzerwerb, Bildungsbeteiligung und Schullaufbahn von Mädchen und Jungen im Ländervergleich. In: J. BAUMERT et al. (Hrsg.), *PISA 2000 – Ein differenzierter Blick auf die Länder der Bundesrepublik Deutschland.* Opladen: Leske + Budrich, 211–242.

STERN, E. (1998). Die Entwicklung schulbezogener Kompetenzen: Mathematik. In: F. E. WEINERT (Hrsg.), *Entwicklung im Kindesalter.* Weinheim: Psychologie Verlags Union, 95–113.

TIEDEMANN, J. & FABER, G. (1995). Mädchen im Mathematikunterricht: Selbstkonzept und Kausalattribution im Grundschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* **17** (1), 61–71.

SUSANNE ROSSNER hat an der Universität Bamberg Grundschullehramt studiert. Während ihres Studiums war sie Mitarbeiterin an der Professur für Didaktik der Mathematik und Informatik und schrieb am Lehrstuhl für Psychologie mit schulpsychologischem Schwerpunkt eine Forschungsarbeit zum mathematischen Selbstkonzept. Im Dezember 2008 legte sie ihr erstes Staatsexamen ab. Seither arbeitet sie als wissenschaftliche Hilfskraft für verschiedene Forschungsprojekte der Universität Bamberg und wird im September 2009 ihren zweiten Ausbildungsabschnitt an der Grundschule beginnen.
Anschrift: Pottensteiner Straße 19, 95447 Bayreuth,
sanne@erichrossner.de

apbg – ein dem MNU befreundeter Verband in Frankreich

Die französische Association des Professeurs de Biologie-Géologie, kurz apbg, ist mit dem MNU seit Jahren verbunden. Obwohl ihr Präsident als unser Gast am 100. MNU-Kongress in Regensburg teilnahm, ist dieser Verband bei uns kaum bekannt.
Die apbg ist ein Fachverband französischer Lehrkräfte der Lebens- und Geowissenschaften aller Schularten und Schulstufen mit über 8.500 Mitgliedern und besteht seit 1911. Ihre Fächer wurden im Zuge französischer Schulreformen in den letzten Jahren mehrfach umbenannt; heute heißt das Schulfach kurz SVT – Sciences de la Vie et de la Terre. Die apbg ist, wie auch der MNU, in Regionalverbänden gegliedert.
Große Ähnlichkeit weisen auch die Formen des Engagements auf. Die apbg möchte, wie der MNU, zeitgemäßen Fachunterricht höchster Qualität fördern. Sie erarbeitet beispielsweise Stellungnahmen zu Lehrplan-Entwürfen und vertritt die Fachinteressen der Lehrkräfte, die sie auch durch fachlich und fachdidaktisch fundierte Fortbildungsangebote unterstützt. Sie gibt eine vierteljährlich erscheinende Zeitschrift heraus und informiert aktuell auf ihrer Internet-Seite *www.apbg.org*.

Jährlich veranstaltet die apbg zwei große Fortbildungs-Tagungen: Die erste, im Sommer, wird jedes Jahr von einer anderen Region ausgerichtet und ist, wie es den vertretenen Fächern entspricht, eine einwöchige Exkursions-Tagung. Alle vier Jahre findet sie im Ausland statt. Die zweite Tagung, die »Journées nationales«, finden jedes Jahr im November statt, und zwar immer in Paris. Sie dauern drei Tage und bieten, wie der MNU-Kongress, vor allem Vorträge, Workshops, Praktika und eine begleitende Lehrmittel-Ausstellung.
Vom 12. bis 19. Juli 2009 durfte ich als Vertreterin des MNU an der sommerlichen Exkursions-Tagung in der Region Poitou-Charentes teilnehmen. Die Auswahl aus den zahlreichen verlockenden Exkursions-Angeboten zu treffen, fiel schon bei der Anmeldung sehr schwer, aber die Erlebnisse übertrafen die Erwartungen.
Die Organisatoren, voran GILBERT FAURY und MONIQUE TEXIER, hatten mit ihrem Team am Standort Poitiers nicht nur einen herzlichen Empfang vorbereitet, sondern auch die Abläufe der Exkursionstage für rund 350 Teilnehmerinnen und Teilnehmer hervorragend im Griff. Lob verdient auch die zweckmäßige Unterbringung im Studentenheim der Universität Poitiers und die sehr schmackhafte Verköstigung in der Mensa. Die Atmosphäre war herzlich und von lebhaften Gesprächen geprägt: Viele der Teilnehmerinnen und Teilnehmer kennen sich lange und freuten sich über das Wiedersehen.
In den Ansprachen zur feierlichen Eröffnung wurde deutlich, dass auch in Frankreich naturwissenschaftlich-technisch ausgebildete Nachwuchskräfte fehlen. – Ökologischen Erfordernissen sowie dem Natur- und Landschaftsschutz wird in den letzten Jahren bewusst und erfolgreich Rechnung getragen.

M. ALAIN CLAEYS, Abgeordneter des Départements Vienne und Bürgermeister von Poitiers, kritisierte in deutlichen Worten die generalisierte »marchandisation«, die Vermarktung (sideologie).
Der Eröffnungsvortrag am Montagvormittag erklärte, 20 Jahre nach der Entdeckung ihrer genetischen Ursache, einleuchtend neue Erkenntnisse über die Mucoviscidose als Erkrankung, die den Ionentransport stört. Ihre Erforschung mit elektrophysiologischen Messungen ist ein Forschungsschwerpunkt in Poitiers. – Der Montagnachmittag führte die Teilnehmer, je nach Wahl, in verschiedene Laboratorien und Institute in Poitiers, die ihre Arbeitsschwerpunkte spannend vermittelten. Dienstag, Mittwoch, Freitag und Samstag der Tagungswoche waren großen, ganztägigen Exkursionen vorbehalten, in deren Themen sich die enorme Vielfalt der Landschaften in der Region Poitou-Charentes spiegelte: Vom Karst bis zu Salz- und Süßwassersümpfen, Salzgärten, Fisch- und Austernzucht, Naturschutz-Reservate und auch Kulturelles kamen nicht zu kurz; fachkundige Führer und Zugang zu Einrichtungen, die dem gewöhnlichen Touristen unzugänglich bleiben, erschlossen uns die Region aus biologischer und geowissenschaftlicher Sicht, wobei ich die Verknüpfung beider Bereiche als besonders bereichernd empfand. Der französische Nationalfeiertag 14. Juli schloss mit einem Abendessen der jeweiligen Exkursionsgesellschaft ab. – Am Donnerstagvormittag arbeiteten die französischen Kolleginnen und Kollegen an Stellungnahmen zu geplanten Änderungen der Lehrpläne verschiedener Schulstufen; außerdem hielten sie die Mitgliederversammlung ab. Am Nachmittag folgte ein geführter Stadtrundgang durch Poitiers.
So war man bei überwiegend herrlichem Sommerwetter von früh bis spät in angenehmer Gesellschaft. Die letzte Exkursion am Samstag musste etwas früher enden, denn man »warf sich in Schale« für das abschließende Kongress-Diner. Der Samstagabend ging mit Unterhaltung und bei französischer Küche in außergewöhnlichem Ambiente wie im Flug vorbei. Der herzliche Abschied am Sonntagmorgen schließlich verhieß die ebenso tröstende wie verlockende Aussicht auf die nächste Exkursionstagung 2010 in Reims …
Die nächsten nationalen Fortbildungstage sind bereits angekündigt: Sie sind in Paris vom 20.–22. November 2009 und stehen unter dem Rahmenthema »Génétique et évolution: en enjeu du XXI siècle«. Interessenten sei die oben genannte Internet-Seite empfohlen.

SABINE THOMAS

Beitrag 2010 mit neuer und klarer Struktur

Wie im Protokoll der Mitgliederversammlung in Regensburg 2009, abgedruckt in Heft 5/2009, nachgelesen werden kann, wird der Mitgliedsbeitrag ab dem 1.1.2010 aus zwei Gründen neu gegliedert.

1. Mitglieder des Fördervereins MNU können seit 2009 zwischen den beiden Mitgliederzeitschriften MNU und MNU PRIMAR wählen. Das Einführungsjahr 2009 für MNU PRIMAR bot besondere, sehr günstige Startbedingungen. Ab 2010 wird der Beitragsanteil für die Zeitschriften so gestaltet, dass der Bezug von acht Ausgaben MNU oder vier Ausgaben MNU PRIMAR mit **40,00 €** bzw. **20,00 €** zur Kostendeckung führen soll.

2. Für die vielfältigen Aufgaben des Fachverbandes, die Vereinsverwaltung eingeschlossen, wird ein Grundbetrag von **20,00 €** erhoben. Hieraus werden Tagungen finanziert oder bezuschusst, Öffentlichkeitsarbeit ermöglicht, auch in der Darstellung einer veränderten Homepage, Landesverbände in ihrer Arbeit unterstützt, Wettbewerbe bezuschusst, Stipendien für den Besuch des Deutschen Museums vergeben,

die Kosten, die in den Gremien des Vereins anfallen beglichen und vieles mehr. Nicht zuletzt wird die Mitgliedschaft einiger Teilgruppen wie der der Studenten und Referendare erleichtert.

Ab 2010 wird es also für die Mitglieder nur noch vier verschiedene Beiträge geben:

Beitrag mit Bezug der Zeitschrift MNU	**60,00 €**
Beitrag mit Bezug der Zeitschrift MNU PRIMAR	**40,00 €**
Beitrag für Ehepartner ohne Bezug einer Mitgliederzeitschrift	**10,00 €**
Studenten und Referendare im ersten Kalenderjahr ihrer Mitgliedschaft	**00,00 €**

Letztere Gruppe zahlt ab dem zweiten Jahr bis zum Eintritt in den Schuldienst nur den Zeitschriftenanteil.

Für die jetzigen Rentner, Pensionäre, Teilzeitkräfte sowie Mitglieder in den neuen Bundesländern würde die neue Beitragsgestaltung prozentual zu einer deutlichen Beitragserhöhung führen. Deshalb legte die Mitgliederversammlung fest, für diese Mitglieder die alte Beitragshöhe einzufrieren (Bestandsschutz).

Die Reduzierung des Beitrags um 5,00 € im Rahmen von Reziprozitätsabkommen bleibt ebenso erhalten.

Mit diesen Veränderungen ist es möglich, für MNU den Unterricht von Klasse 1 über den mittleren Bildungsabschluss bis zum Abitur zu fördern und weiter zu entwickeln, für MNU ein zeitgemäßes Auftreten zu sichern und den Verein auf einer soliden Finanzbasis zu halten.

Karsten Reckleben

Informationen/Tagungen

Mini-Mathematikum in Gießen

Mathematik ist eine spannende und unterhaltsame Wissenschaft, die auch schon die Kleinsten faszinieren kann.
Das Mathematikum in Gießen zieht seit längerem Besucher aller Altersstufen an. (Informationen finden Sie unter *http://www.mathematikum.de/*). Es wird oftmals von Familien auch mit kleinen Kindern besucht, für die die Exponate vielfach nicht so zugänglich sind.

Um den Bedürfnissen der ganz jungen Besucher besser gerecht werden zu können, wurden spezielle Exponate für vier- bis achtjährige Kinder geschaffen – das Mini-Mathematikum. Das Mini-Mathematikum ist ab dem 1. Mai 2009 dauerhaft mit spannenden Experimenten im Mathematikum zu sehen.
Es handelt sich um Exponate in »Mathematikumsqualität«, aber in Inhalt und Größe für die jüngere Altersgruppe optimiert. In vielfältiger Weise werden die Grundthemen der Mathematik »Zahlen«, »Formen« und »Muster« erfahrbar gemacht.
Am Knobeltisch können die Kinder zum Beispiel versuchen, aus zwei Teilen einen Würfel zusammenzubauen oder bunt gefärbte Quadrate richtig anzuordnen. Sie können Formen fühlen, Seifenblasenformen gestalten oder sich im Spiegelhäuschen unendlich oft von allen Seiten sehen oder erstaunt feststellen, dass der direkte Weg nicht immer der schnellste ist. Diese und viele weitere spannende mathematische Experimente warten auf die Kinder.
Montags von 9 bis 18 Uhr und dienstags bis freitags von 9 bis 15 Uhr ist das Mini-Mathematikum für angemeldete Kindergruppen reserviert. Gruppen können sich online anmelden. Privatbesucher und Familien können Dienstag bis Freitag am Nachmittag ab 15 Uhr und am Wochenende das Mini-Mathematikum besuchen.
Neben der dauerhaften Ausstellung in Gießen gibt es auch die Wanderausstellung des Mini-Mathematikums, also das »Mini-Mathematikum unterwegs«. Auch in diesem Jahr ist das Mini-Mathematikum mit einer Wanderausstellung wieder in Deutschland unterwegs. Termine und Ausstellungsorte der nächsten Zeit sind: 23.08. – 12.09.2009 in 64720 Michelstadt, 28.09. – 09.10.2009 in 58300 Wetter (Ruhr) und 16.11. – 29.11.2009 in 61273 Wehrheim.

Weitere Informationen zum Mini-Mathematikum:
http://www.mm-gi.de/htdocs/mathematikum/index.php?id=758&type=4

HSL

P AI 09-18

Förderung von Mädchen und Frauen

0,5 Seiten !!!

MNU PRIMAR 1/4 (15.10.2009) Seiten 156–158, ISSN 1867-9439, © Verlag Klaus Seeberger, Neuss

P AI 09-21

Workshop Lernbereich Mathematische Grundbildung

1,0 Seiten !!!

PIK AS – ab November online

Die neue Internetseite für Ihren Mathematikunterricht

Heutiger Mathematikunterricht ist anders als vor 20 Jahren – Mit den neuen Mathematiklehrplänen für die Grundschule wird selbständiges Denken und aktives mathematisches Tätigsein zum Leitprinzip eines zeitgemäßen Mathematikunterrichts erhoben, der sich an prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzerwartungen orientiert.

Doch wie können diese Forderungen im Unterrichtsalltag umgesetzt werden?
Das interdisziplinäre Forschungsprojekt ›*PIK AS*‹ hat sich mit dem mathematikdidaktischen Teilprojekt *PIK* (*P*rozess- und *I*nhaltsbezogene *K*ompetenzen fördern) zum Ziel gesetzt, dieser Frage zu begegnen.
In *PIK* werden Fortbildungsmaterialien, Unterrichtsmaterialien und Informationsmaterialien entwickelt, erprobt und optimiert, die über die *PIK AS*-Website verbreitet werden und somit als Unterstützung bei Fortbildungen, zur Gestaltung des eigenen Mathematikunterrichts und für die Elternarbeit genutzt werden können.

Schauen Sie ab Anfang November einmal rein:
www.pikas.uni-dortmund.de

HSL

Besprechungen

Zeitschriften Naturwissenschaften

Grundschule Sachunterricht, Heft 43, 2009
In dem Beitrag »Die kleinen Dinge des Alltags« stellt CLAUDIA STIEVE einen Unterrichtsentwurf zum technischen Lernen im Sachunterricht vor. Sie beschreibt darin, wie man abseits der heute oft zu komplizierten Technik den Kindern einen Blick auf die Funktionsweisen der kleinen technischen Dinge des Alltags wie etwa einen Reiß- oder Klettverschluss eröffnen kann.

Sache-Wort-Zahl. Lehren und Lernen in der Grundschule, Heft 102, Jahrgang 37
Die Diskussion über die Normierung der Bildungsstandards, die zunächst in Mathematik, dann aber auch in den anderen Fächern erfolgen soll, ist hoch aktuell. Für die Bildungsstandards für den naturwissenschaftlichen Teil des Sachunterrichts am Ende der Klasse 4 liefern REINHARD DEMUTH und JOACHIM KAHLERT in ihrem Beitrag einen ersten Vorschlag. Dazu beleuchten sie zunächst Funktion, Lernerfahrungen und grundlegende Konzepte des Sachunterrichts in der Grundschule. In ihrem Vorschlag berücksichtigen sie vor allem auch die Anschlussfähigkeit an die Standards für den mittleren Schulabschluss.

Journal für LehrerInnenbildung, Heft 2, Jahrgang 9
Verschiedene Studien zu Lehrervorstellungen legen die Vermutung nahe, dass das unterrichtliche Handeln von Lehrkräften sich eher daran orientiert, wie sie selbst unterrichtet worden sind, als an aktuell geforderten, konstruktivistischen Lehrmethoden und Zugängen. SILVIJA MARKIC und INGO EILKS berichten über eine Untersuchung von Studienanfängern in naturwissenschaftlichen Fächern

MNU PRIMAR 1/4 (15.10.2009) Seiten 158–160, ISSN 1867-9439, © Verlag Klaus Seeberger, Neuss

zu Vorstellungen über Lehrer- und Schülerzentriertheit. Dabei zeigen sie, dass Studierende des Sachunterrichts wesentlich schülerzentriertere Vorstellungen haben als Studierende der Chemie, Physik oder Biologie.

Zeitschrift für Grundschulforschung, Heft 1, Jahrgang 2
Im Zentrum dieser Ausgabe steht der Sachunterricht. WOLFGANG EINSIEDLER befasst sich dazu mit der älteren Entwicklungs- und Kognitionspsychologie sowie mit einschneidenden Neuansätzen und aktuellen Forschungsergebnissen und zieht daraus Folgerungen für die Sachunterrichtsdidaktik. MICHAEL HAIDER stellt eine Studie vor, in der er untersucht, inwiefern beim Thema »Strom/Stromkreis« (verschiedene) Analogiemodelle geeignet sind, anschlussfähiges Wissen zu entwickeln. Aktuelle Entwicklungstendenzen der Inhalte des Sachunterrichts beschreibt BEATE BLASEIO. Diese wurden auf Grundlage einer Untersuchung neuer Schulbücher des Sachunterrichts ermittelt.

Zeitschrift für Grundschulforschung, Heft 2, Jahrgang 2
CHRISTINA BEINBRECH, THILO KLEICKMANN, STEFFEN TRÖBST und KORNELIA MÖLLER berichten über eine Untersuchung zur Bedeutung von Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen von Naturwissenschaften. Der Fokus liegt dabei auf der Relevanz dieser Lehrervorstellungen für das Anregen von wissenschaftlichen Begründungen durch die Lehrkraft einerseits und für das wissenschaftliche Begründen durch die Kinder andererseits. Zur Klärung der Fragestellungen wurde ein Fragebogen eingesetzt sowie Gesprächsphasen aus videografierten Unterrichtsstunden kodiert.

Zeitschriften Mathematik

Sache-Wort-Zahl, Heft 101, Mai 2009
Hinter dem Titel »Eine Aufgabe, verschiedene Rechenwege – Wie Kinder ihr individuelles Vorgehen beim Rechnen beschreiben« steht ein Unterrichtsprojekt der Autorinnen HEIKE HAHN und FRANZISKA STEINMETZ. Es soll der schriftliche und mündliche Austausch der Kinder über verschiedene Rechenwege angeregt werden.

Sache-Wort-Zahl, Heft 102, Juni 2009
Im Themenheft »Zufall« schreiben HEIKE HAHN, JULIA KAHNT und FLORIAN MAURER im Beitrag »... es kann klappen, muss aber nicht ...« über die Einordnung des Themas Wahrscheinlichkeit in die Mathematik und stellen didaktische Grundsätze zur Behandlung von Aufgaben zur Wahrscheinlichkeit dar. Kinder lernen durch die Erfahrungen mit Wahrscheinlichkeitsaufgaben in der Grundschule zufällige Ergebnisse mit mathematischen Mitteln zu modellieren. ALOYS WESSELING berichtet über zwei Zufallsspiele in: »Stochastische Grunderfahrungen spielerisch gewinnen. Drittklässler ermitteln Häufigkeiten bei zwei Würfelspielern« Im Spiel kann deutlich werden, dass Verteilung nicht immer zufällig ist. Entdeckung der Verteilung von Möglichkeiten zu ermitteln und anschließend zu interpretieren ist die Aufgabe. ELISABETH BREITER, CAROLIN PFEIL und BERND NEUBERT geben in ihrem Beitrag »Das Thema ›Zufall‹ im Mathematikunterricht der Grundschule. Aufgabenvorschläge für die Wahrscheinlichkeitsrechnung« Vorschläge für die inhaltliche und formale Gestaltung von Arbeitsblättern zum Themengebiet Wahrscheinlichkeitsrechnung, wobei zu den Materialien Würfel und Dodekaeder sowie für den Kreisel je vier Aufgaben verwendet werden. LUTZ BASSIN stellt ein mathematisches Projekt zur Verkehrserziehung in einer 4. Klasse der Berliner Grundschule vor: »Gefährliche Kreuzungen in unserer Wohnumgebung«. Es wird der mathematische Aspekt der relativen Häufigkeit mit dem sachkundlichen Aspekt der Verkehrserziehung verbunden.

Sache-Wort-Zahl, Heft 103, Juli 2009
JOHANNA ZÖLLNER und CHRISTIANE BENZ betonen im Themenheft »Landschaft« in ihrem Beitrag »1 km? Das ist bis ganz dahinten, bis hin zu der großen Autokreuzung« die Bedeutung von Stützpunktvorstellungen für Kinder beim Umgang mit Karten. Der Einfluss von Größenvorstellungen und des Schätzens beim Aufbau von Größenvorstellungen werden ebenso thematisiert. ANKE WAGNER stellt methodische Überlegungen zum Kommunizieren im Mathematikunterricht im Beitrag »Diskussionsanlässe bewusst initiieren« an. Durch offene Aufgaben, so ihr Tenor, gelingt eine natürliche Differenzierung. Einsatz und Gestaltungsideen von Diskussionskarten werden erläutert.

Die Grundschule, Heft 5, Mai 2009
SUSANNE BOBROWSKI erläutert Vor- und Nachteilen algorithmisches und individuelles Lernen. Ihr Artikel »Mathematik individuell. Soll Mathematiklernen algorithmisch oder individuell erfolgen?« zeigt eine Art und Weise auf, wie sich beide Lernarten sinnvoll ergänzen.

Die Grundschule, Heft 6, Juni 2009
Im Themenheft »TIMSS. Die internationale Schulleistungsstudie und die Bildungsstandards« verkünden DIETLINDE GRANZER und MARTIN BONSEN »Gute Nachrichten von TIMSS. Mathematische und naturwissenschaftliche Leistungen im weltweiten Vergleich«. Es wird ein Bericht über die Ziele von TIMSS, TIMSS in Deutschland, über die Durchführung und das Kompetenzstufenmodell für Mathematik angeboten. GERD WALTHER und MARTIN BONSEN beschreiben die Aussagekraft, mathematische Inhaltsbereiche und kognitive Anforderungen als auch Ergebnisse für die Mathematik: »Hinter die Zahlen geschaut. Zentrale Ergebnisse aus TIMSS. Die mathematischen Kompetenzen von Viertklässlern«. Im Gespräch mit CHRISTOPH SELTER, dem neuen Mitglied des TIMSS-Konsortiums, bewerten MARTIN BONSEN und DIETLINDE GRANZER die Ergebnisse unter dem Titel: »Die Schule leistet gute Arbeit. Die TIMSS-Ergebnisse in Mathematik und die länderübergreifenden Bildungsstandards«. Befundlage, Erhebung und Ergebnisse beschreiben HENRIK WINKELMANN und ALEXANDER ROBITZSCH in »Kompetent ... kompetenter. Eine Erhebung der Klassenstufenunterschiede mathematischer Kompetenzen«. Die Kenntnis darüber, welche Zuwächse in den verschiedenen mathematischen Kompetenzen über die Schuljahre hinweg zu erwarten sind, ermöglicht die Fokussierung einzelner Kompetenzen im Unterricht. DIETLINDE GRANZER, GERD WALTHER und HENRIK WINKELMANN beschäftigen sich unter dem Titel »Lehrersichten auf Kompetenzen. Ziele des Mathematikunterrichts und Kompetenzorientierung aus Sicht der Lehrkräfte« mit der Frage, ob die zur Umsetzung der Bildungsstandards Mathematik auf Seiten der Lehrkräfte entsprechende fachbezogene Handlungskompetenzen und Überzeugungen notwendig und vorhanden sind.

Praxis Grundschule, Heft 3, Mai 2009
HANS-GEORG WITZEL beschreibt »Übungsform zur Multiplikation und Division«. Er führt die Grundstruktur der Einmaleinsdrillinge ein und gibt Übungsaufgaben zum großen und kleinen Einmaleins im Knobelformat an. »Kantenmodelle bauen« von

Ralph Späth zeigt die Herstellung von Kantenmodellen zur Erweiterung des räumlichen Vorstellungsvermögens. Tina Humm beschreibt in ihrem Beitrag »Zahlen kennen lernen. Wir basteln eine mathematische Wanddekoration« Gestaltungsideen. Unabhängig von einem Projekt, so die Autorin, ist dies eine reizvolle Aufgabe während der Einführung der Zahlen.

Praxis Grundschule, Heft 4, Juli 2009
Dorothee Carniel und Tobias Huhmann stellen in ihrem Artikel »Säulendiagramme erstellen, analysieren, interpretieren« Unterrichtsideen dar, wie Säulendiagramme sinnvolle Werkzeuge zur Bearbeitung sachmathematischer Probleme sein können. Der Beitrag beinhaltet auch Transferideen.

Grundschule Mathematik, Heft 21, 2. Quartal 2009
In diesem Heft »Daten: Erheben & deuten« greift Kathrin Cottmann das Thema Daten und Häufigkeit auf, obwohl es im ersten Schuljahr selten bearbeitet wird. Dabei bieten sich im Schulalltag zahlreiche Gelegenheiten, einfache Statistiken mit den Schülerinnen und Schülern zu erstellen, wie sie im Beitrag »Und wer im Januar geboren ist …« näher erläutert. In »Das C kommt eher selten vor?« stellt Gudrun Häring die Frage der Häufigkeit. Bei Spielen wie »Galgenmännchen« ist es von Vorteil zu wissen, welche Buchstaben relativ häufig vorkommen. Für die Kinder ist das ein Anreiz, eine statistische Erhebung durchzuführen. Dabei erwerben sie ein Grundverständnis für das Schließen aus Stichproben. Antje Hoffmann erarbeitet in ihrem Beitrag »Leben große Menschen immer auch auf großem Fuß?« stufenweise und handlungsorientiert die Vierfeldertafel, mit der die Beziehung zweier Merkmale – in diesem Fall Körper- und Schuhgröße – untersucht werden kann. Bei einer von Roland Rink beschriebenen Unterrichtseinheit wird ein Fragebogen zum Leseverhalten erstellt. Im Artikel »Bekommst du vorgelesen?« wird dieser nach Klasse, Klassenstufe oder Geschlecht ausgewertet. Der Schwerpunkt liegt hier auf der Interpretation der Daten. Brigitte Steinau findet die Bundesjugendspiele gut geeignet, um in der vierten Klasse das Entnehmen von Informationen aus komplexen Tabellen zu üben: »Bekommt Emil eine Ehrenurkunde?« Da das Thema die Kinder interessiert, fällt es ihnen leicht – so die Idee-, die Vielzahl der Daten in den Tabellen miteinander zu vergleichen und zu beurteilen. Wilfried Herget und Heinz Klaus Strick beschreiben in »Auf einen Blick – alles klar!?«, dass sich tatsächlich oft ein zweiter, sorgfältiger, kritischer Blick auf Datendarstellungen lohnt, denn immer wieder lassen sich bewusste Manipulationen und unbedachte Fehler erkennen. Silke Ruwisch plädiert für die Tätigkeiten Sammeln, Sortieren, Strukturieren in »Daten frühzeitig thematisieren«. Diese typischen Tätigkeiten bieten hervorragende Anknüpfungspunkte, den komplexen Umgang mit Daten zu lernen. Durch die Alltagsrelevanz des Themas, so Ruwisch, ist auch die Motivation der Kinder sehr hoch. »Meilensteine bei der Kompetenzentwicklung im Bereich ›Daten‹« findet Klaus Hasemann. Er erläutert auch, welche Aufmerksamkeit sie je erfordern. Nina Krauss und Anne Marxen berichten in »Einen Rückmeldebogen gemeinsam erarbeiten«, davon, dass mit geeigneten Vorlagen schon Erstklässler einfache Tabellen erstellen und Säulendiagramme zeichnen können. Der Beitrag soll aber vor allem ermutigen, Kriterien für eine gute, erfolgreiche Arbeit von Anfang an gemeinsam mit den Kindern zu entwickeln. Silke Ruwisch vermittelt im Beitrag »Beschreibende Statistik« wichtiges Grundwissen für den Unterricht und für den eigenen Alltag. Dabei geht sie auf die Elemente der beschreibenden Statistik, d. i. Erhebung, Aufbereitung und Interpretation von Daten, ein.

Nicola Meschede

P AI 09-15

Bücher

0,6 Seiten !!!